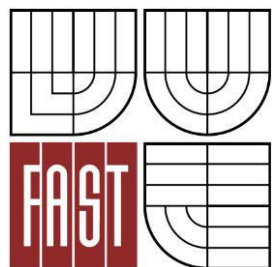




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES MÍSTNÍ SILNICI

RAILWAY BRIDGE ACROSS LOCAL ROAD

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

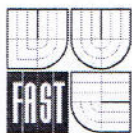
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAN OLBERT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCHE

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Jan Olbert


Název Železniční most přes místní silnici

Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Brosch

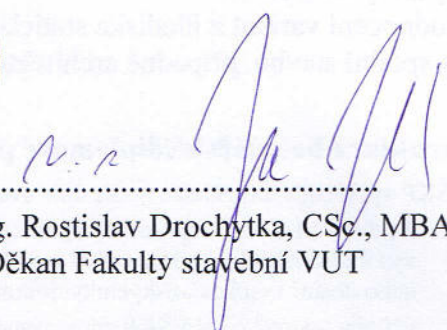
**Datum zadání
diplomové práce** 31. 3. 2015

**Datum odevzdání
diplomové práce** 15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015


.....
prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Výkresy původního řešení objektu

Platné české technické normy

zejména:

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí– Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí– Část 2: Ocelové mosty

ČKAIT: Navrhování mostních konstrukcí podle Eurokódů

A.Schindler: Kovové mosty (učebnice)

J.Virčík: Kovové konštrukcie a mosty - Konštrukčná typológia železničných mostov (skriptum)

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Předmětem práce je variantní návrh železničního mostu na jednokolejně trati. Jedná se o přemostění místní komunikace mostem o jednom poli s rozpětím cca 40 m.

Úkolem je navržení variant řešení přemostění s ohledem na účelnost statického a konstrukčního systému a optimalizaci účinků na spodní stavbu.

Předepsané přílohy:

Technická zpráva - s odůvodněním zvolené varianty

Statický výpočet - hlavních částí konstrukce

Výkaz materiálů

Výkresová část:

Přehledné výkresy

Výkresy detailů

Hodnocení variant z hlediska statického a konstrukčního systému, výroby, montáže, účinků na spodní stavbu, případně architektury atp.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Petr Brosch
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Práce se zabývá variantním návrhem nosné ocelové konstrukce jednokolejného železničního mostu na trati Tišnov – Nové Město na Moravě. Úkolem je přemostění místní komunikace mostním objektem o jednom poli na rozpětí 40 m.

Klíčová slova

Ocelová konstrukce, železniční most, příhradová konstrukce, plnostěnný nosník, spřažený nosník, ortotropní mostovka.

Abstract

The thesis deals with the variant design of the steel structure of single-track railway bridge on the line Tišnov – Nové Město na Moravě. The task is bridging the local road by a bridge structure with one field. Length of the bridge is 40 m.

Keywords

Steel structure, railway bridge, steel-truss structure, web-plate girder, composite beam, orthotropic bridge deck.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Jan Olbert *Železniční most přes místní silnici*. Brno, 2015. 257 s., 5 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Brosch.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2016

.....
podpis autora
Bc. Jan Olbert

Poděkování:

Děkuji vedoucímu práce Ing. Petrovi Broschovi a kolektivu firmy OKF s.r.o. za poskytnuté zázemí, cenné rady a připomínky, které vedly k úspěšnému dokončení mé diplomové práce.

Seznam použitých zdrojů

Technické normy a odborná literatura

- [1] ČSN EN 1991-1-1 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, březen 2004. 44 s.
- [2] ČSN EN 1991-1-3 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, červen 2005. 51 s.
- [3] ČSN EN 1991-1-4 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, duben 2007. 126 s.
- [4] ČSN EN 1991-2 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: Český normalizační institut, červenec 2005. 151 s.
- [5] ČSN EN 1993-1-1 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 96 s.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 127 s.
- [7] ČSN EN 1993-2 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty*. Praha: Český normalizační institut, leden 2008. 100 s.
- [8] ČSN EN 1994-1-1 *Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, srpen 2006. 102 s.
- [9] ČSN EN 1994-2 *Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty*. Praha: Český normalizační institut, únor 2007. 80 s.
- [10] ČSN 73 6320 *Průjezdny průřezy na dráhách celostátních, dráhách regionálních a vlečkách normálního rozchodu*. Praha: Český normalizační institut, červen 1997. 28 s.
- [11] SCHINDLER, Antonín; ROTTER, Tomáš. *Kovové mosty – pomůcka pro navrhování*. Praha: Ediční středisko ČVUT, březen 1990. 384 s.
- [12] VIRČÍK, Juraj. *Kovové konštrukcie a mosty. Konštrukčná typológia železničných mostov (Pomôcka pre prednášky a cvičenia)*. Bratislava: Slovenská vysoká škola technická v Bratislave v Edičnom stredisku SVŠT, 1976. 98 s.
- [13] MACHÁČEK, Josef; SOKOL, Zdeněk; VRANÝ, Tomáš; WALD, František. *Navrhování ocelových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8. Navrhování hliníkových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1999-1*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2009. 184 s.

Internetové zdroje

- [14] OCEL.WZ.CZ [online]. [cit. 2015-12-21]. Spojení ocelových konstrukcí. Dostupné z WWW: <http://ocel.wz.cz/>
- [15] DETAILYOK.WEBNODE.CZ [online]. [cit. 2015-12-21]. Detaily ocelových konstrukcí. Dostupné z WWW: <http://detailyok.webnode.cz/>
- [16] ESDEP COURSE [online]. [cit. 2015-12-21]. European Steel Design Education Programme. Dostupné z WWW: <http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/esdep/master/toc.htm>
- [17] STATICTOOLS [online]. [cit. 2015-12-21]. Ocelářské tabulky. Dostupné z WWW: <http://www.staticstools.eu/>

Seznam použitých zkratek a symbolů

Malá písmena latinské abecedy

a	účinná výška svaru
b	šířka
c	rozměr průřezu pro zatřídění průřezu
c_f	součinitel síly
$c_{f,0}$	součinitel síly pro konstrukce nebo nosné prvky bez vlivu koncového efektu
f_u	mez pevnosti
f_y	mez kluzu
h	výška
h_f	vzdálenost těžišť pásnic
i	poloměr setrvačnosti
k_r	součinitel terénu
k_w	součinitel vzpěrné délky v kroucení
k_y	součinitel vzpěrné délky v ose y
k_{yy}	kombinační součinitel pro namáhání ohybovým momentem a normálovou silou
k_{yz}	kombinační součinitel pro namáhání ohybovým momentem a normálovou silou
k_z	součinitel vzpěrné délky v ose z
k_{zy}	kombinační součinitel pro namáhání ohybovým momentem a normálovou silou
k_{zz}	kombinační součinitel pro namáhání ohybovým momentem a normálovou silou
q_b	referenční dynamický tlak
q_p	maximální hodnota dynamického tlaku
s	základní hodnota zatížení sněhem pro danou oblast
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem
t	tloušťka
t_f	tloušťka pásnice
t_w	tloušťka stojiny
u	posun v příslušné ose
v_b	základní rychlost větru
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
v_m	střední rychlost větru
z	výška
z_0	parametr drsnosti terénu
z_e	referenční výška pro zatížení vnějšího povrchu větrem
z_j	vzdálenost středu smyku od těžiště
z_{min}	minimální výška

Velká písmena latinské abecedy

A	plocha
A_v	plocha přenášející smykovou sílu
C_1	součinitel rozdělení momentů
C_2	součinitel rozdělení momentů
C_3	součinitel rozdělení momentů
C_{dir}	součinitel směru
C_e	součinitel expozice
C_{fr}	součinitel tření
C_{mLT}	součinitele ekvivalentního konstantního momentu
C_{my}	součinitele ekvivalentního konstantního momentu
C_{mz}	součinitele ekvivalentního konstantního momentu
C_o	součinitel orografie
$C_{p,net}$	součinitel tlaku
C_r	součinitel drsnosti
C_{season}	součinitel ročního období
C_t	teplotní součinitel
E	modul pružnosti v tahu, tlaku
G	modul pružnosti ve smyku
H	výška
I_t	torzní moment setrvačnosti
I_v	intenzita turbulence
I_y	moment setrvačnosti k ose y-y
I_z	moment setrvačnosti k ose z-z
I_ω	polární moment setrvačnosti
L	délka
L_{cr}	kritická délka
L_e	efektivní délka návětrného svahu
L_u	skutečná délka návětrného svahu
M_{cr}	kritický moment
$M_{N,Rd}$	ohybová únosnost redukována normálovým namáháním
$M_{Rd,el}$	pružnostní únosnost v ohybovém momentu
$M_{Rd,pl}$	únosnost v ohybovém momentu
M_y	ohybový moment k ose y-y
M_z	ohybový moment k ose z-z
N	normálová síla
N_{cr}	kritická normálová síla
$N_{Rd,el}$	pružnostní únosnost na normálovou sílu (tah, tlak)
$N_{Rd,pl}$	únosnost na normálovou sílu (tah, tlak)
V_{Rd}	únosnost ve smyku
V_z	posouvající síla
W_{el}	pružnostní modul průřezu
W_{pl}	plastický modul průřezu

Písmena řecké abecedy

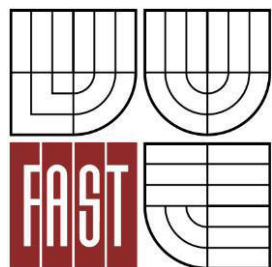
λ	štíhlost
λ_1	hodnota štiřlosti pro výpočet poměrné štiřlosti
γ_G	díličí součinitel stálého zatížení
γ_{M0}	díličí součinitel únosnosti průřezu kterékoli třídy
γ_{M1}	díličí součinitel únosnosti průřezu při posuzování stability prutu
γ_{M2}	díličí součinitel únosnosti průřezu při porušení v tahu
γ_Q	díličí součinitel proměnného zatížení
ε	součinitel závisející na f_y
ζ	zmenšovací součinitel
ζ_g	bezrozměrný parametr působistě zatížení vřhledem ke středu smyku
ζ_j	bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu
κ_{wt}	bezrozměrný parametr kroucení
μ_1	tvarový součinitel
μ_{cr}	bezrozměrný kritický moment
ρ	objemová hmotnost
ρ	redukční součinitel
Φ	hodnota pro výpočet součinitele vzpěrnosti χ
φ	imperfekce ve tvaru globálního počátečního naklonění
χ	součinitel vzpěrnosti pro příslušnou křivku vzpěrné pevnosti
Ψ_0	kombinační součinitel pro proměnné zatížení
Ψ_f	parametr nesymetrie průřezu
Ψ_λ	součinitel koncového efektu

Seznam příloh

[01]	Zadání diplomové práce	12 str.	A4
[02]	Varianta A – Statický výpočet	50 str.	A4
[03]	Varianta B – Statický výpočet	44 str.	A4
[04]	Varianta C – Statický výpočet	55 str.	A4
[05]	Hodnocení variant	5 str.	A4
[06]	Technická zpráva a statický výpočet	91 str.	A4
[07]	Výkresová dokumentace	5 str.	A0



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES MÍSTNÍ SILNICI VARIANTA A - STATICKÝ VÝPOČET

RAILWAY BRIDGE ACROSS LOCAL ROAD
VARIANT A - STRUCTURAL ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN OLBERT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCHE

BRNO 2016

OBSAH

1	Technická zpráva ke statickému výpočtu	2
1.1	Identifikační údaje stavby.....	2
1.2	Technické řešení	2
1.2.1	Hlavní údaje o navrhovaném mostním tělese.....	2
1.3	Předpoklady výpočtu	3
1.3.1	Nosná konstrukce	3
1.3.2	Ložiska	3
1.3.3	Spodní stavba.....	3
2	Dispoziční řešení	4
3	Statický výpočet nosné konstrukce mostu	5
3.1	Výpočtový model	5
3.1.1	Popis výpočtového modelu.....	5
3.1.2	Materiál konstrukce	5
3.2	Zatížení konstrukce.....	6
3.2.1	Stálá zatížení.....	6
3.2.2	Zatížení dopravou	6
3.2.3	Zatížení větrem	8
3.3	Vnitřní síly.....	11
3.3.1	Kombinace vnitřních sil	11
4	Statický výpočet nosné konstrukce mostu	12

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

Předmětem diplomové práce je vypracování návrhu ocelové konstrukce jednokolejného železničního mostu přes místní komunikaci na trati 251 Tišnov – Nové Město na Moravě. Mostní objekt má jedno pole o rozpětí cca 40 m.

K určení hodnot zatížení a pro statický výpočet konstrukce byla použita soustava evropských norem ČSN EN a strojové výpočty byly provedeny pomocí software SCIA Engineer od společnosti Nemetschek.

1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Stavba:	3/251 TIŠNOV – NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ
Objekt:	Nový železniční most na trati č. 251 v km 20,425
Místo objektu:	Doubravník
Okres:	Brno-venkov
Kraj:	Jihomoravský
Stavebník:	Správa železniční dopravní cesty, s. o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Projektant:	Bc. Jan Olbert Kamenná čtvrť 84, 639 00 Brno
Stupeň PD:	DPS

1.2 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Mostní objekt je navržen jako jednopolevý s rozpětím pole 40,00 m. Nosnou konstrukci tvoří příhradové hlavní nosníky s dolní ortotropní ocelovou mostovkou s kolejovým ložem. Nosná konstrukce je uložena na stávající spodní stavbu tvořenou dvěma gravitačními opěrami.

1.2.1 HLAVNÍ ÚDAJE O NAVRHOVANÉM MOSTNÍM TĚLESE

Traťová rychlost:	50 km.h ⁻¹
Směrové poměry:	širá trať v přímé
Sklonové poměry:	stoupá 1,1 ‰ v směru staničení
Železniční svršek:	UIC60 - B91
Překážka:	silnice III/38715, Doubravník, okr. Brno-venkov
Úhel křížení:	cca 92,6 °
Rozpětí pole:	40,00 m
Délka nosné konstrukce:	40,78 m
Šířka mostu:	6,24 m

1.3 PŘEDPOKLADY VÝPOČTU

1.3.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce mostu je navržena jako příhradová trémová konstrukce s dolní ortotropní ocelovou mostovkou s kolejovým ložem. Rozpětí mostu je 40,00 m a osová vzdálenost hlavních nosníků 5,80 m. Hlavní nosníky mají tvar jednosměrné příhradové soustavy. Osová vzdálenost pásů hlavního nosníku je 5,00 m.

Horní pás hlavního nosníku je tvořen uzavřeným svařovaným průřezem. Horní pásnice má rozměry 440×22 mm, stojiny 400×18 mm a dolní pásnice 364×16 mm.

Dolní pás je otevřený svařovaný I průřez. S dolní pásnicí o rozměrech 440×30 mm, horní pásnicí 364×30 mm a stojnou 1300×12 mm.

Krajní diagonály jsou tvořeny stejným průřezem jako horní pás. Vnitřní diagonály tvoří svařovaný I průřez s pásnicemi 300×18 mm a stojnou 364×12 mm. Diagonály jsou s horním a dolním pásem hl nosníku spojeny tupými svarovými spoji.

Mostovka se skládá z plechu o tloušťce 14 mm, který je vyztužen podélnými výztuhami jednoduchého I tvaru o rozměrech 200×20 mm. Osová vzdálenost podélných výztuh je 400 mm.

V příčném směru je most zabezpečen příčníky. Ty tvoří svařovaný obrácený T průřez shora uzavřený mostovkovým plechem. Rozměry vnitřních příčníků jsou následující: stojina 700×22 mm a spodní pásnice 500×30 mm. Koncové příčníky potom mají stojinu o rozměrech 700×18 mm a pásnici 450×30 mm. S příčníky spolupůsobí plech mostovky v účinné efektivní šířce $2 \times b_{\text{eff}} = 1370$ mm v případě vnitřních příčníků a $b_{\text{eff}} = 560$ mm v případě koncových příčníků. Osová vzdálenost příčníků je 2667 mm.

Nosná konstrukce je navrhovaná z oceli pevnostní třídy S355 J2 a její plánovaná životnost je 100 let.

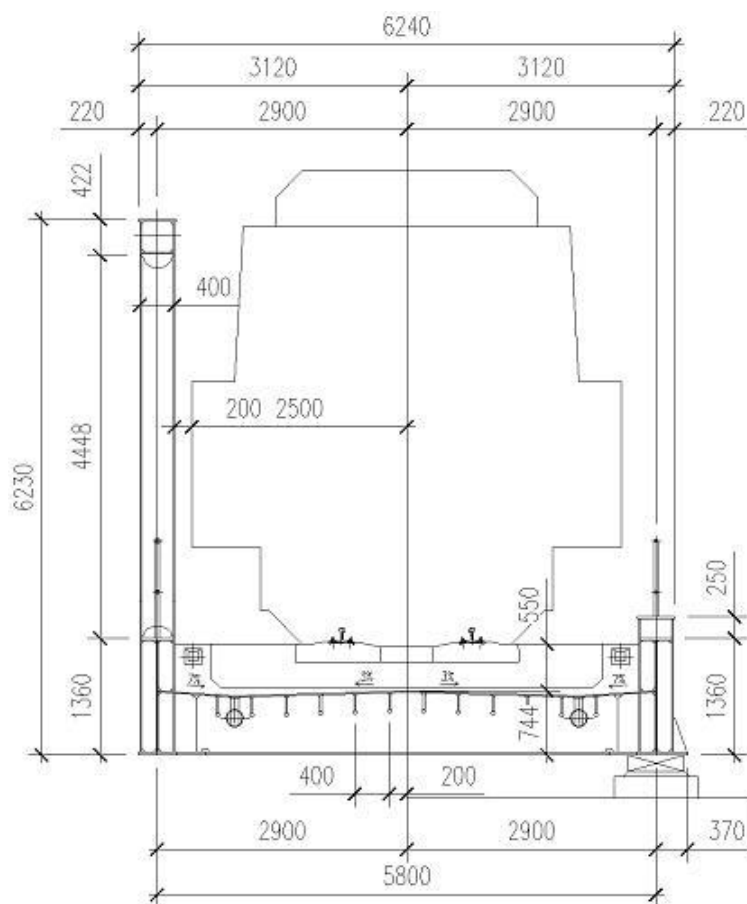
1.3.2 LOŽISKA

Nosná konstrukce mostu bude uložena na ocelová hrncová ložiska. Na východní straně mostu (směr Tišnov) bude konstrukce uložena na posuvná hrncová ložiska a na opačné straně (směr Nové Město na Moravě) bude uložena na pevné podpory. Ložiska budou osazena na úložné prahy stávajících gravitačních opěr.

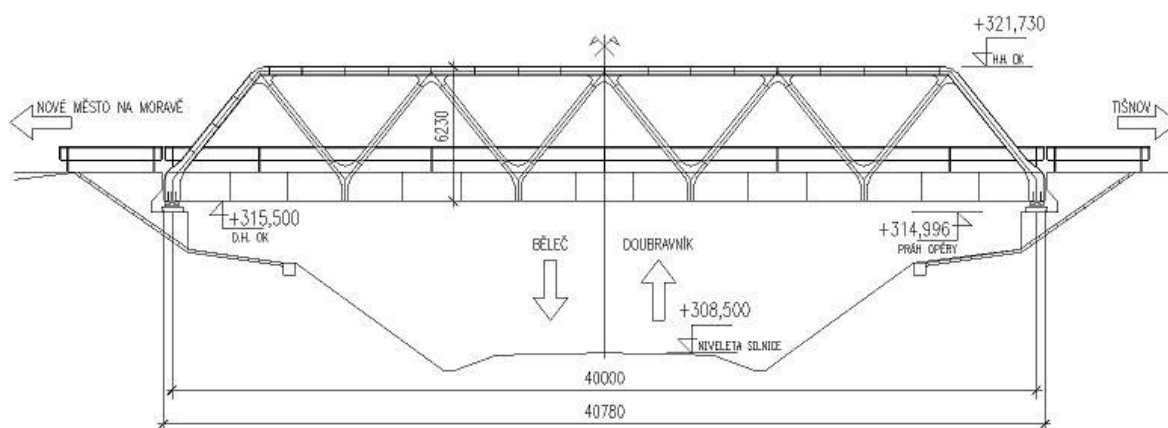
1.3.3 SPODNÍ STAVBA

Spodní stavba mostu je tvořena dvěma gravitačními opěrami. Jejich konstrukce, resp. revize, není předmětem řešení této diplomové práce.

2 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ



Obrázek 2-1: Příčný řez nosnou konstrukcí v poli (vlevo) a nad podporou (vpravo)



Obrázek 2-2: Pohled na nosnou konstrukci

3 STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

3.1 VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočtový model byl vytvořený v software SCIA Engineer společnosti Nemetschek.

3.1.1 POPIS VÝPOČTOVÉHO MODELU

Pro vyšetření globálních účinků zatížení na nosnou konstrukci byl vytvořen prostorový model (*obr. 3-1*), který zohledňuje relevantní geometrické a materiálové charakteristiky konstrukce. Hlavní příhradové nosníky a příčníky jsou modelovány jako 1D pruty.



Obrázek 3-1: Výpočetní model nosné konstrukce vytvořený v software SCIA Engineering.

Hlavní nosníky mají tvar jednosměrné příhradové soustavy. Osová vzdálenost pásů hlavního nosníku je 5000 mm. Přípoje výplňových prutů k pásům příhrady jsou modelovány jako kloubové. Průřezy jednotlivých prutů příhradové soustavy jsou popsány podrobně v kapitole 1.3.1.

3.1.2 MATERIÁL KONSTRUKCE

Pro nosnou konstrukci je použita ocel třídy S355 J2. Objemová hmotnost oceli je pro výpočet zvýšena o 2 % kvůli přídavku na svary, tedy ze standardních 7850 kg.m^{-3} na 8007 kg.m^{-3} .

Materiál	Typ	Objemová hmotnost [kg.m^{-3}]	ν [-]	E [MPa]	G [MPa]
Ocel	S355 J2	8007	0,30	210 000	81 000

Tabulka 3-1: Materiál nosné konstrukce

3.2 ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

3.2.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

3.2.1.1 Vlastní tíha ocelové konstrukce

Vlastní tíha OK je automaticky generována softwarem s danou, pro výpočet zvýšenou, objemovou hmotností oceli 8007 kg.m^{-3} .

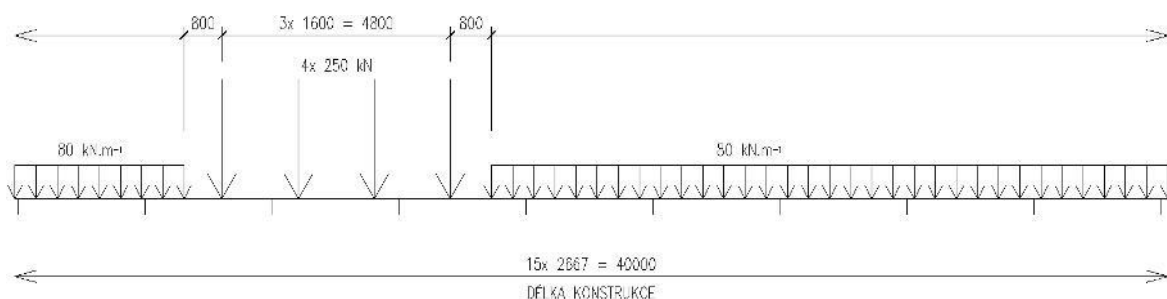
3.2.1.2 Ostatní stálé zatížení

- železniční svršek (kolejnice, pražce, upevňovací) $1,60 \text{ kN.m}^{-2}$
- šterkové kolejové lože výšky 0,55 m $11,00 \text{ kN.m}^{-2}$

3.2.2 ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

3.2.2.1 Svislé účinky železniční dopravy

Zatěžovací model LM 71 dle ČSN EN 1991-2



Obrázek 3-2: Zatěžovací soustava vlaku model 71

$$q_{vk} = 80 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Vliv možné excentricity výslednice zatížení vůči ose koleje e :

$$\frac{q_{v1}}{q_{v2}} + \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = 1,25$$

Tedy platí:

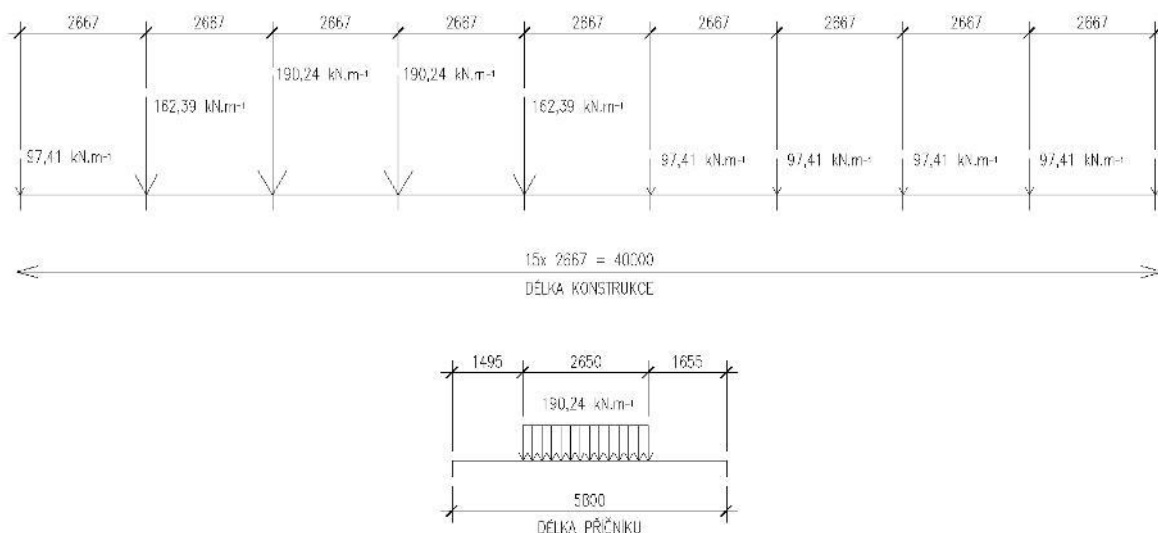
$$Q_{v1} = 138,88 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 111,11 \text{ kN}$$

$$q_{v1} = 44,44 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$q_{v2} = 35,56 \text{ kN.m}^{-1}$$

Svislé zatížení od modelu 71 se roznáší na mostovku podle polohy zatěžovacího modelu na konstrukci jako spojité plošné zatížení. Roznos pod pražcem má sklon 4:1. Při výšce šterkového lože 0,55 m je zatěžovací šířka v příčném směru 2650 mm. Zatížení je v příčném směru posunuto o vypočtenou excentricitu výslednice sil.



Obrázek 3-3: Model zatěžovacího vlaku 71. Roznos zatížení na jednotlivé kolejnice s vlivem excentricity.

Hodnota součinitele klasifikovaného zatížení $\alpha = 1,21$. Dynamické účinky na konstrukci jsou vyjádřeny součinitelem Φ_3 , který je pro každou část konstrukce řešen v kap. 3.2.2.4. Rozmístění modelu zatížení 71 na konstrukci bylo provedeno na základě příčinkových čar pro daný konstrukční prvek v konstrukci.

3.2.2.2 Boční ráz

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$

V místě temene kolejnice. Roznos zatížení na dva nejbližší příčníky. Zatížení se uvažuje vždy v nejnepříznivější poloze. Pro přenásobení hodnot součinitelem α platí stejné podmínky jako pro svislé zatížení modelem 71.

3.2.2.3 Brzdné a rozjezdové síly

- brzdné síly pro model zatížení 71:

$$Q_{lb,k} = 20 \text{ kN} \times L_{ab} = 20 \times 40,0 = 800 \text{ kN} \leq 6000 \text{ kN}$$

- rozjezdové síly pro model zatížení 71:

$$Q_{la,k} = 33 \text{ kN} \times L_{ab} = 33 \times 40,0 = 1320 \text{ kN} > 1000 \text{ kN} \Rightarrow Q_{la,k} = 1000 \text{ kN}$$

Rozhodující je rozjezdová síla. Zatížení je uvažováno jako spojitě vodorovné na zatěžovací šířku 2650 mm na příčníky v obou směrech. Pro přenásobení hodnot součinitelem α platí stejné podmínky jako pro svislé zatížení modelem 71.

3.2.2.4 Dynamické účinky zatížení od železniční dopravy

Dynamické účinky zohledňujeme ve svislém zatížení od modelu 71 součinitelem Φ_3 (pro standardně udržovanou trať) určeným podle ČSN EN 1991-2:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 \in < 1; 2 >$$

Prvek	Náhradní délka L_Φ	Dynamický součinitel Φ_3
Hlavní nosník	$L = 40,00 \text{ m}$	1,08
Vnitřní příčník	$L = 2 \times a = 2 \times 5,80 = 11,60 \text{ m}$	1,40
Krajní příčník	$L = 5,80 \text{ m}$	2,00
Podélné výztuhy	$L = 3 \times b = 3 \times 2,67 = 8,00 \text{ m}$	1,55
Ložiska	$L = 40,00 \text{ m}$	1,08

Tabulka 3-2: Hodnoty dynamického součinitele zatížení od železniční dopravy pro jednotlivé prvky nosné konstrukce

3.2.3 ZATÍŽENÍ VĚTREM

Zatížení větrem uvažujeme ve směru kolmém k podélné ose mostu i ve směru rovnoběžném s podélnou osou mostu. Zatížení je počítáno zvlášť pro příhradu (horní pás a diagonály) a zvlášť pro trám (dolní pás) podle ČSN EN 1991-4.

Území okresu Brno-venkov: větrná oblast II

Výchozí základní rychlost větru: $v_{b,0} = 27,5 \text{ m.s}^{-1}$ omezena na 25 m.s^{-1} (viz ČSN EN 1990- 2, A2.2.1, A2.2.4)

Součinitel směru: $C_{dir} = 1,0$

Součinitel ročního období: $C_{season} = 1,0$

Základní rychlost větru:

$$v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,0 \times 1,0 \times 25 = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

Měrná hmotnost vzduchu: $\rho = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$

Základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 = 0,391 \text{ kN.m}^{-2}$$

3.2.3.1 Zatížení větrem kolmo k podélné ose mostu na trám mostu

Výška konstrukce mostu nad terénem: $z = 7 \text{ m}$

Součinitel orografie: $C_o = 1,0$

Parametr drsnosti terénu: $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Parametr kategorie terénu: $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$C_r(7) = k_r \times \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,215 \times \ln \left(\frac{7}{0,3} \right) = 0,678$$

Součinitel orografie:

$$C_0(7) = 1,0$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$v_m(7) = C_r(7) \times C_0(7) \times v_b = 0,678 \times 1,0 \times 25 = 16,95 \text{ m.s}^{-1}$$

Maximální dynamický tlak:

$$\begin{aligned} q_p(7) &= [1 + 7 \times I_v(7)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m^2(z) = [1 + 7 \times 0,32] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 16,95^2 \\ &= 0,58 \text{ kN.m}^{-2} \end{aligned}$$

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{6,0}{1,3} = 4,62 \rightarrow c_{f,x} = C_{f,0} = 1,11 \text{ (obr. 8.3 normy)}$$

$$A_{ref,x} = 1,3 \text{ m}^2$$

$$c_e = \frac{q_{p(z)}}{q_b} = \frac{0,58}{0,391} = 1,49$$

$$c = c_e \times c_{f,x} = 1,49 \times 1,11 = 1,65$$

Tlak větru na trám konstrukce:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times c \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 1,65 \times 1,3 = 0,84 \text{ kN.m}^{-1}$$

3.2.3.2 Zatížení větrem kolmo k podélné ose mostu na příhradu

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$c_{f,x} = C_{f,0} \times \psi_{\lambda} = 1,65 \times 0,97 = 1,60$$

$$\phi = \frac{A_{ref}}{A_c} = \frac{940234}{4921252} = 0,191 \rightarrow c_{f,0} = 1,65 \text{ (obr. 7.33 normy)}$$

$$c = c_e \times c_{f,x} = 1,49 \times 1,60 = 2,38$$

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times c \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 2,38 \times 0,94 = 0,87 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.3.3 Zatížení větrem na vlak kolmo k podélné ose mostu

Zatížení vlaku větrem se do konstrukce přenáší v místě temene kolejnice. Vzniká tedy příčná síla působící v těžišti příčníků a ohybový moment na rameni <vzdálenost osy příčnicku-temeno kolejnice>.

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 3,06 = 1,20 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$M_{w,k} = F_{w,k} \times \frac{h_{vlak} + \frac{h_{trám}}{2}}{2} = 1,20 \times \frac{4 + \frac{1,3}{2}}{2} = 2,79 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.3.4 Zatížení větrem rovnoběžně s podélnou osou mostu

Zatížení ve směru podélné osy mostu uvažují zjednodušeně jako 50% násobek zatížení kolmo k podélné ose mostu. Zatěžují pouze dílce příhradového hlavního nosníku.

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k,x} = 0,50 \times \rho F_{w,k,y} = 0,50 \times 0,87 = 0,44 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.4 ZATÍŽENÍ TEPLOTOU

Konstrukce není náchylná na nerovnoměrnou změnu teploty, tedy uvažují s rovnoměrnou změnou teploty. Oblast Brno, typ 1, teplota při montáži $T_0 = 10^\circ\text{C}$

$$T_{MAX} = 40^\circ\text{C}$$

$$T_{l,MAX} = 40 + 16 = 56^\circ\text{C}$$

$$T_{MIN} = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{l,MIN} = -30 - 3 = -33\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{l,MIN} = 10 + 33 = 43^{\circ}\text{C} - \text{zkrácení}$$

$$\Delta T_{N,EXP} = T_{l,MAX} - T_0 = 56 - 10 = 46^{\circ}\text{C} - \text{prodloužení}$$

Zatížení teplotou se projeví podélnou deformací (posunem) konstrukce a bude využito k návrhu ložisek.

3.3 VNITŘNÍ SÍLY

Výpočet vnitřních sil proběhl v software SCIA Engineer na výpočtovém modelu podrobně popsáném v kapitole 3.1 a zatíženém hodnotami zatížení uvedenými v kapitole 3.2.

3.3.1 KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL

Kombinace vnitřních sil, resp. zatěžovacích stavů jsou provedeny v souladu s ČSN EN 1991-2.

3.3.1.1 Kombinace stálých zatížení „G“

Součinitel zatížení pro vlastní tíhu ocelové konstrukce a ostatní stálé zatížení $\gamma_G = 1,35$ (příp. 1,00)

3.3.1.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy „Q“

Podle ČSN EN 1991-2, tab. 6.11.

Součinitel zatížení pro pohyblivé zatížení od železniční dopravy $\gamma_Q = 1,45$

3.3.1.3 Ostatní proměnná zatížení „F“ a zatížení větrem „W“

Součinitel zatížení pro proměnné zatížení $\gamma_F = \gamma_W = 1,50$

3.3.1.4 Kombinace s ostatními zatíženími

Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990, rovnice 6.10. Při kombinaci zatížení platí, že primární proměnné zatížení je zatížení od železniční dopravy. Tudíž platí pro Mezní Stav Únosnosti následující:

$$X_{Ed} = \gamma_G \times G + \gamma_Q \times Q + \gamma_W \times \psi_W \times W + \gamma_F \times \psi_F \times F$$

Pro Mezní Stav Použitelnosti potom platí:

$$X_{Ek} = G + Q + \psi_W \times W + \psi_F \times F$$

Výsledné vnitřní síly, napětí a deformace jsou použity u jednotlivých posudků ve strojovém výpočtu.

4 STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

Na nadcházejících stranách následuje report statického výpočtu konstrukce provedeného pomocí programu Scia Engineer 2015.1.

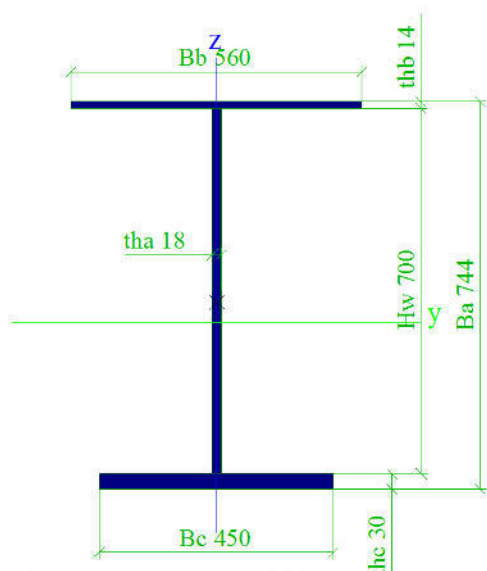
1. Obsah

1. Obsah	13
2. Průřezy	13
3. Materiály	18
4. Zatěžovací stavy	18
5. Skupiny zatížení	19
6. Kombinace	19
7. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady	22
8. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady	26
9. Posudek MSÚ: Koncová diagonála	29
10. Posudek MSÚ: Vnitřní diagonála	32
11. Posudek MSÚ: Koncová příčná výztuha	37
12. Posudek MSÚ: Vnitřní příčná výztuha	42
13. Posudek MSP: Celkový průhyb konstrukce	46
14. Posudek MSP: Průhyb jednotlivých konstrukčních prvků	47
15. Vlastní frekvence	47
16. Výkaz materiálu	49

2. Průřezy

CS1_krajni_pricnik		
Typ	I _{wn}	
Detailní	744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	3,3940e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,0326e-02	1,3502e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,1799e-03	4,3304e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,4520e-03	1,5466e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	9,4864e-03	2,6731e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	5,6231e-05	5,9658e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	40
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	280	317
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,37e+06	3,37e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	9,49e+05	9,49e+05
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,4720e+00	3,4720e+00

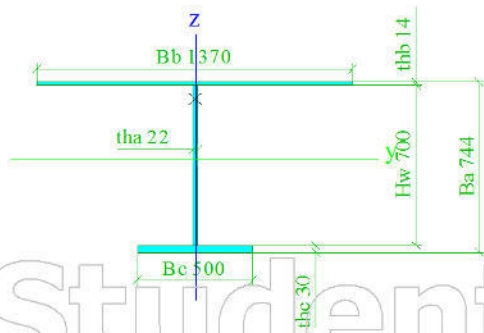
Obrázek



CS2_vnitřní_přicnik

Typ	I _{wn}	
Detailní	744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	4,9580e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,0137e-02	1,6183e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,0351e-03	3,3130e-03
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2351e-02	4,8365e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,4819e-02	8,5288e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	1,4741e-04	8,0033e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	261
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	685	408
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,26e+06	5,26e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,03e+06	3,03e+06
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,1840e+00	5,1840e+00

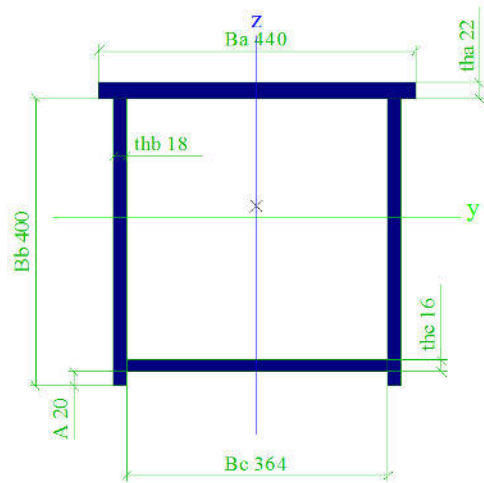
Obrázek



CS4_horní_pas

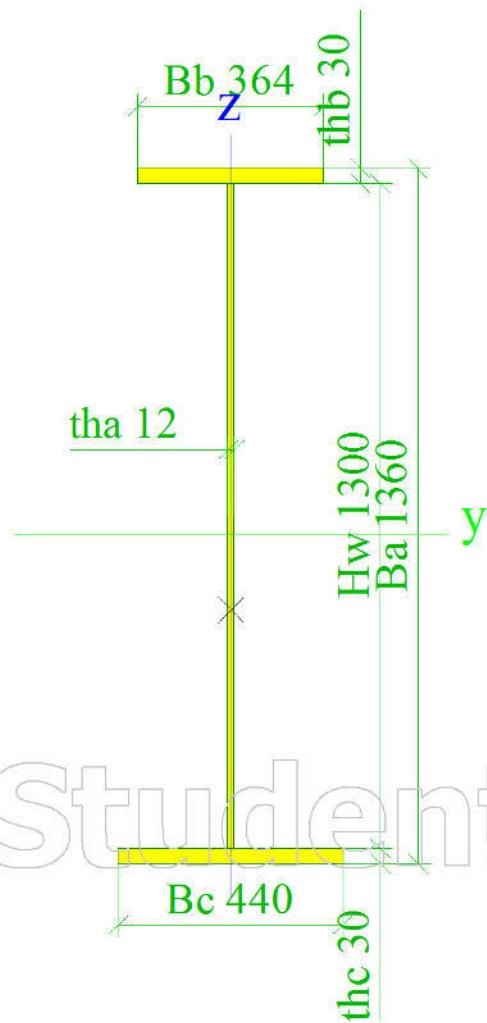
Typ	Stěna komory	
Detailní	440; 22; 400; 18; 364; 16; 20	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m ²]	2,9904e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,4702e-02	1,4202e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,5955e-04	7,4619e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,2349e-03	3,3918e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,3810e-03	4,3452e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,9952e-08	9,9982e-04
d _y [mm], d _z [mm]	0	16
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	220	235
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,56e+06	1,56e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,54e+06	1,54e+06
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7640e+00	3,2200e+00

Obrázek



CS5_dolní_pas		
Typ	Iwn	
Detailní	1360; 12; 364; 30; 440; 30; 1300; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	
A [m ²]	3,9720e-02	c
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2709e-02	1,6269e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,2807e-02	3,3372e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,7833e-02	1,5169e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,1001e-02	2,4925e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	1,3618e-04	8,0021e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	-146
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	220	642
α [deg]	0,00	
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	7,46e+06	7,46e+06
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	8,85e+05	8,85e+05
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3040e+00	4,3040e+00

Obrázek



CS6_diagonala_vnitřní		
Typ	Iw	
Detailní	400; 12; 300; 18; 364; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	1,5168e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	9,8275e-03	4,8061e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,4251e-04	8,1052e-05
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,2126e-03	5,4035e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,4603e-03	8,2310e-04
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,9550e-06	1,3864e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	150	200
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	8,73e+05	8,73e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,92e+05	2,92e+05
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,9760e+00	1,9760e+00

Obrázek

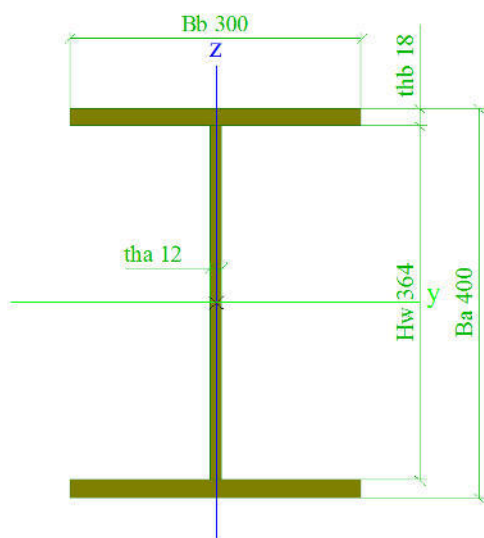


Projekt
Popis
Část

Železniční most přes místní silnici
Diplomová práce
Varianta A

Autor
Datum
Národní norma

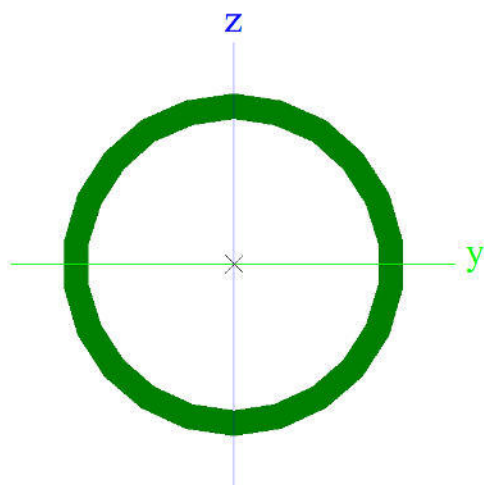
Bc. Jan Olbert
19. 11. 2015
EC - EN



CS7 nahradni_ztuzidlo

Typ	CFCHS139.7X10	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	tvářený za studena	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	4,0750e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,5940e-03	2,5940e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,6189e-06	8,6189e-06
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2339e-04	1,2339e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,6855e-04	1,6855e-04
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	8,5221e-42	1,7238e-05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	70	70
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,98e+04	5,98e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,98e+04	5,98e+04
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3900e-01	8,1489e-01

Obrázek

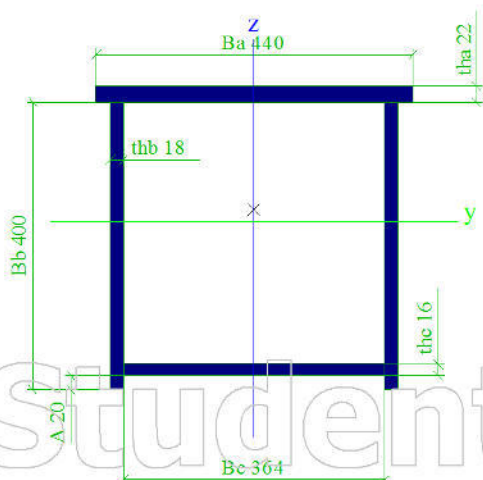


CS8 diagonal_krajni

Typ	Stěna komory	
Detailní	440; 22; 400; 18; 364; 16; 20	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	

Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m ²]	2,9904e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,4702e-02	1,4202e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,5955e-04	7,4619e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,2349e-03	3,3918e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,3810e-03	4,3452e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,9952e-08	9,9982e-04
d _y [mm], d _z [mm]	0	16
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	220	235
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,56e+06	1,56e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,54e+06	1,54e+06
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7640e+00	3,2200e+00

Obrázek



3. Materiály

Ocel EC3

Jméno	ρ [kg/m ³]	E _{mod} [MPa]	μ	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	F _y [MPa]	F _u [MPa]
		G _{mod} [MPa]	α [m/mK]				
S 355 J2 (EN 10025-2)	8007,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 3 16 40 63 80 100 150 200 250	3 16 40 63 80 100 150 200 250 400	355,0 355,0 345,0 335,0 325,0 315,0 295,0 285,0 275,0 265,0	510,0 470,0 470,0 470,0 470,0 470,0 450,0 450,0 450,0 450,0

4. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav	Absence
	Spec	Typ zatížení					
LC1	vlastni_tíha	Stálé Vlastní tíha	Stále	-Z			Žádný
LC2	ostatni stale	Stálé Standard	Stále				Žádný
LC3	bocni raz +y Standard	Proměnné Statické	Bocni raz		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC4	bocni raz -y	Proměnné	Bocni raz		Krátkodobé	Žádný	Žádný



Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídicí zat. stav	Absence
	Spec	Typ zatížení					
	Standard	Statické					
LC5	rozjezdova síla +x	Proměnné	Brzdna síla		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC6	rozjezdova síla -x	Proměnné	Brzdna síla		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC7	teplota +	Proměnné	Teplota			Žádný	Žádný
	Teplota	Statické					
LC8	teplota -	Proměnné	Teplota			Žádný	Žádný
	Teplota	Statické					
LC9	vitr +y	Proměnné	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC10	vitr -y	Proměnné	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC11	vitr vlak +y	Proměnné	Vitr vlak		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC12	vitr vlak -y	Proměnné	Vitr vlak		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC13	vitr +x	Proměnné	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC14	vitr -x	Proměnné	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC15	Model 71 - pas	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC16	Model 71 - diagonala krajní	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC18	Model 71 - diagonala vnitřní	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC19	Model 71 - pricnik krajní	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC20	Model 71 - pricnik vnitřní	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC21	Model 71 - lozisko24	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					

5. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Stále	Stálé		
Bocni raz	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN
Brzdna síla	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN
Teplota	Proměnné	Výběrová	Teplota
Vitr	Proměnné	Výběrová	Vitr
Vitr vlak	Proměnné	Výběrová	Vitr
Model 71	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN

6. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	MSU - Pasy	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stálé	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdova síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC15 - Model 71 - pas	1,05
CO2	MSU - Diagonala krajni	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC16 - Model 71 - diagonala krajni	1,05
CO4	MSU - Diagonala vnitni	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC18 - Model 71 - diagonala vnitni	1,05
CO5	MSU - Pricnik krajni	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC19 - Model 71 - pricnik krajni	1,94
CO6	MSU - Pricnik vnitni	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC20 - Model 71 - pricnik vnitřní	1,38
CO7	MSP - Pasy	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC15 - Model 71 - pas	1,08
CO8	MSP - Diagonala krajni	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC16 - Model 71 - diagonala krajni	1,08
CO10	MSP - Diagonala vnitřni	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC18 - Model 71 - diagonala vnitřní	1,08
CO11	MSP - Pricnik krajni	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC19 - Model 71 - pricnik krajni	2,00
CO12	MSP - Pricnik vnitřní	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC20 - Model 71 - pricnik vnitřní	1,42
CO13	MSU - Lozisko13	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC19 - Model 71 - pricnik krajni	1,05
CO14	MSU - Lozisko24	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC21 - Model 71 - lozisko24	1,05

7. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : CS4_horni_pas - Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B457	32,000 m	Stěna komory (440; 22; 400;	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO1/1	0,88 -
------------	----------	--------------------------------	--------------------------	-------	--------



	18; 364; 16; 20)			
--	------------------	--	--	--

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Svařované	

Varování: Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu povolena.

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Varování: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.

Kritický posudek v místě 16.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-6116,89	kN
$V_{y,Ed}$	15,50	kN
$V_{z,Ed}$	10,72	kN
T_{Ed}	-18,64	kNm
$M_{y,Ed}$	62,96	kNm
$M_{z,Ed}$	-76,33	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,9904e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	10615,92	kN
Jedn. posudek	0,58	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,y,min}$	3,2349e-03	m ³
$M_{el,y,Rd}$	1148,37	kNm
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,z,min}$	3,3918e-03	m ³
$M_{el,z,Rd}$	1204,08	kNm
Jedn. posudek	0,06	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

$\tau_{xy,Ed}$	2,1	MPa
$\tau_{xy,Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

$\tau_{xz,Ed}$	0,9	MPa
$\tau_{xz,Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

$\tau_{t,Ed}$	4,1	MPa
$\tau_{t,Rd}$	205,0	MPa



Jedn. posudek	0,02	-
---------------	------	---

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	4	
$\sigma_{N,Ed}$	204,6	MPa
$\sigma_{My,Ed}$	15,5	MPa
$\sigma_{Mz,Ed}$	22,5	MPa
$\sigma_{tot,Ed}$	242,6	MPa
$\tau_{Vy,Ed}$	0,0	MPa
$\tau_{Vz,Ed}$	0,0	MPa
$\tau_{t,Ed}$	0,0	MPa
$\tau_{tot,Ed}$	0,0	MPa
$\sigma_{von Mises,Ed}$	242,6	MPa
Jedn. posudek	0,68	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	8,000	8,000	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	8,000	8,000	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	24597,87	24165,11	kN
Štíhlost λ	50,20	50,64	
Poměrná štíhlost λ_{rel}	0,66	0,66	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,81	0,80	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	8571,87	8538,30	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	8538,30	kN
Jedn. posudek	0,72	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr L _{cr}	8,000	m
Pružné kritické zatížení N _{cr,T}	1595518,32	kN
Pružné kritické zatížení N _{cr,TF}	24163,19	kN
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,T}$	0,66	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,80	
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	8538,15	kN
Jedn. posudek	0,72	-

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu W _{el,y}	3,2349e-03	m ³
Pružný kritický moment M _{cr}	46428,69	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,16	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	



Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	8,000	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	1,03	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,11	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d, z	16	mm
Vzdálenost polohy zatížení z, g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_a, y	-63	mm
Konstanta monosymetrie z, j	31	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	3,2349e-03	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	3,3918e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	6116,89	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	84,19	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,33	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	10615,92	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	1148,37	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	1204,08	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	0,81	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	0,80	
Redukční součinitel $\chi_{i,LT}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,31	
Interakční součinitel k_{yz}	1,06	
Interakční součinitel k_{zy}	1,30	
Interakční součinitel k_{zz}	1,06	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B457 pozice 19,733 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B457 pozice 16,000 m.

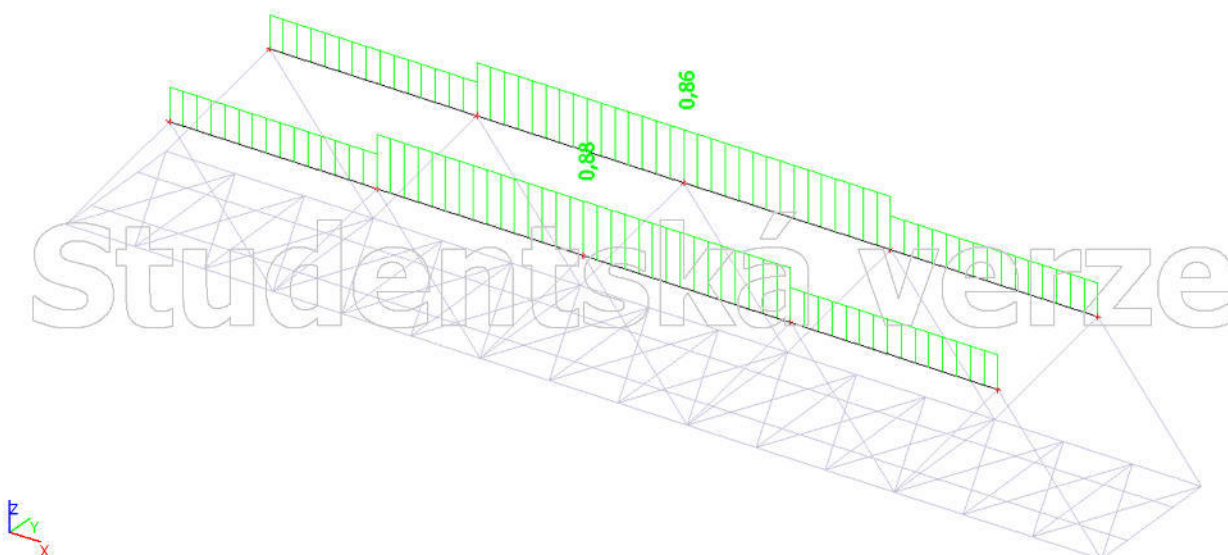
Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	24597,87	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	24165,11	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	1595518,32	kN
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	3,2349e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	7,5955e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	7,4619e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	9,9982e-04	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	84,19	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-4,0	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,05	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,33	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	1,2	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	0,84	

Parametry interakční metody 1		
Součinitel $\mu_{y,y}$	0,94	
Součinitel $\mu_{y,z}$	0,94	
Součinitel $\epsilon_{y,y}$	0,13	
Součinitel a_{LT}	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	44941,35	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,16	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,19	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,05	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,84	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,71 + 0,10 + 0,07 = 0,88$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,72 + 0,10 + 0,07 = 0,88$ -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



8. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : CS5_dolní_pas - Iwn (1360; 12; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B458	40,000 m	Iwn (1360; 12; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO1/2	0,79 -
------------	----------	---	-----------------------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	



....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 21.333 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N _{Ed}	6706,85	kN
V _{y,Ed}	-15,77	kN
V _{z,Ed}	-526,85	kN
T _{Ed}	0,16	kNm
M _{y,Ed}	1971,50	kNm
M _{z,Ed}	21,05	kNm

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	3,9720e-02	m ²
N _{pl,Rd}	13703,40	kN
N _{u,Rd}	13441,25	kN
N _{t,Rd}	13441,25	kN
Jedn. posudek	0,50	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W _{pl,y}	2,1001e-02	m ³
M _{pl,y,Rd}	7245,52	kNm
Jedn. posudek	0,27	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

W _{pl,z}	2,4925e-03	m ³
M _{pl,z,Rd}	859,92	kNm
Jedn. posudek	0,02	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	2,4120e-02	m ²
V _{pl,y,Rd}	4804,36	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	1,8720e-02	m ²
V _{pl,z,Rd}	3728,76	kN
Jedn. posudek	0,14	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau _{t,Ed}	0,6	MPa
Tau _{Rd}	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

N _{pl,Rd}	13703,40	kN
M _{pl,y,Rd}	7245,52	kNm
M _{pl,z,Rd}	859,92	kNm

Jednotkový posudek (6.2) = 0,49 + 0,27 + 0,02 = 0,79 -

Poznámka: Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.



Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	1,7833e-02	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	71379,31	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,29	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	2,667	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	1,49	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	-146	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_y	351	mm
Konstanta monosymetrie z_j	-176	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tahu

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla N_{Ed}	6706,85	kN
Návrhový ohybový moment $M_{y,Ed}$	1971,50	kNm
Návrhový ohybový moment $M_{z,Ed}$	21,05	kNm
Tahová únosnost $N_{t,Rd}$	13441,25	kN
Pevnost za ohybu $M_{b,y,Rd}$	6152,50	kNm
Pevnost za ohybu $M_{c,z,Rd,com}$	859,92	kNm

Jednotkový posudek = $0,32 + 0,02 - 0,50 = 0,15$

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

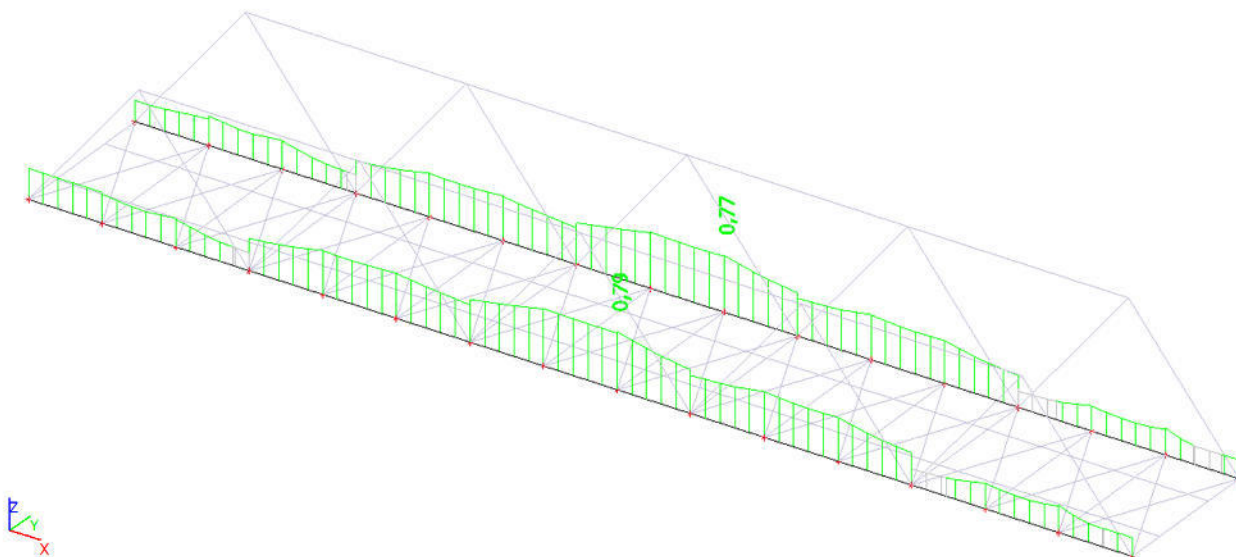
Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	40,000	m
Stojina	nevztužený	
Koncový pilíř	netuhý	
Výška stojiny h_w	1300	mm
TLoušťka stojiny t	12	mm
Mez kluzu f_{yw}	355,0	MPa
Šířka pásnice b_f	364	mm
TLoušťka pásnice t_f	30	mm
Mez kluzu f_{yf}	345,0	MPa
Materiálový součinitel ϵ	0,81	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny h_w/t	108,33	
Limit štíhlosti stojiny	48,82	
Štíhlost desky $\lambda_{b,w}$	1,54	
Redukční součinitel $\chi_{b,w}$	0,54	
Příspěvek stojiny $V_{bw,Rd}$	1722,03	kN
Únosnost pásnice $M_{f,Rd}$	972,18	kNm
Součinitel pásnice c	0,000	m
Příspěvek pásnice $V_{bf,Rd}$	0,00	kN
Maximální únosnost $V_{b,Rd,limit}$	3836,84	kN
Únosnost $V_{b,Rd}$	1722,03	kN
Plastická únosnost $M_{pl,Rd}$	3699,35	kNm
Poměr smyku $\eta_{a,3,bar}$	0,31	

Jednotkový posudek (5.10) = 0,31 -

Poznámka: Interakce mezi ohybem a ztrátou stability v důsledku smyku nemusí být ověřena, protože poměr smyku nepřesahuje hodnotu 0,5.

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



9. Posudek MSÚ: Koncová diagonála

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : CS8_diagonala_krajni - Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B447	6,403 m	Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO2/3	0,75 -
------------	---------	--	--------------------------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Svařované	

Varování: Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu povolena.

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Varování: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-3218,03	kN
$V_{y,Ed}$	-28,83	kN
$V_{z,Ed}$	5,39	kN
T_{Ed}	45,61	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm



Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
Mz,Ed	230,87	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,9904e-02	m ²
Nc,Rd	10615,92	kN
Jedn. posudek	0,30	-

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	3,3918e-03	m ³
Mel,z,Rd	1204,08	kNm
Jedn. posudek	0,19	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	3,8	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	0,4	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	10,1	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,05	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	1	
Sigma,N,Ed	107,6	MPa
Sigma,My,Ed	0,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	68,1	MPa
Sigma,tot,Ed	175,7	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	175,7	MPa
Jedn. posudek	0,49	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:.....

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,403	6,403	m
Součinitel vzpěru k	2,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	12,806	6,403	m



Parametry vzpěru	yy	zz	
Kritické Eulerovo zatížení N_{cr}	9599,17	37721,15	kN
Štíhlost Λ	80,35	40,54	
Poměrná štíhlost Λ_{rel}	1,05	0,53	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce α	0,34	0,34	
Redukční součinitel χ	0,56	0,87	
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	5994,24	9240,64	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	5994,24	kN
Jedn. posudek	0,54	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr L_{cr}	6,403	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	1595529,07	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	9599,17	kN
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,T}$	1,05	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,0}$	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce α	0,34	
Redukční součinitel χ	0,56	
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$	5994,24	kN
Jedn. posudek	0,54	-

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	3,2349e-03	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	3,3918e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	3218,03	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	8,59	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	230,87	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	10615,92	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	1148,37	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	1204,08	kNm
Redukční součinitel $\chi_{y,z}$	0,56	
Redukční součinitel χ_{LT}	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,25	
Interakční součinitel k_{yz}	0,88	
Interakční součinitel k_{zy}	1,50	
Interakční součinitel k_{zz}	1,06	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B447 pozice 3,415 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B447 pozice 0,000 m.

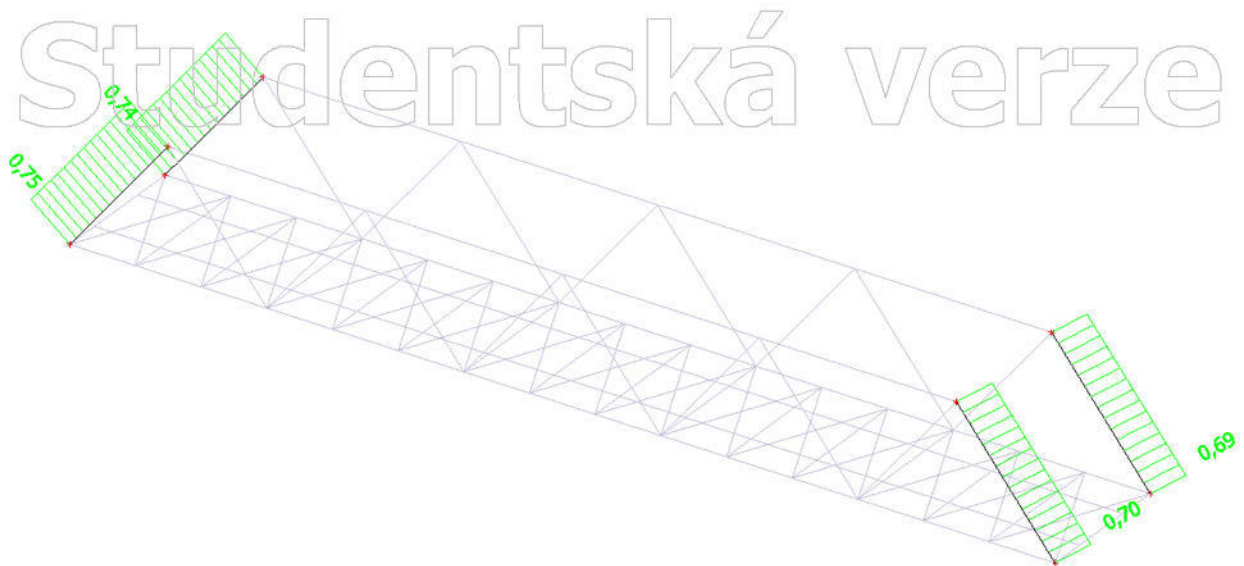
Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	9599,17	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	37721,15	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	1595529,07	kN
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	3,2349e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	7,5955e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	7,4619e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	9,9982e-04	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 4 (liniové zatížení)	
Součinitel ekvivalentního momentu	1,01	

Parametry interakční metody 1		
$C_{my,0}$		
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	230,87	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	-4,7	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	0,98	
Součinitel $\mu_{y,z}$	0,82	
Součinitel $\mu_{y,z}$	0,99	
Součinitel $\epsilon_{y,z}$	0,02	
Součinitel a_{LT}	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	54573,88	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,15	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,01	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,98	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,54 + 0,01 + 0,17 = 0,71$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,54 + 0,01 + 0,20 = 0,75$ -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



10. Posudek MSÚ: Vnitřní diagonála

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO4

Průřez : CS6_diagonala_vnitřní - Iw (400; 12; 300; 18; 364; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B453	6,403 m	Iw (400; 12; 300; 18; 364; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO4/4	0,91 -
------------	---------	----------------------------------	--------------------------	-------	--------



Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	30,33
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	51,07

=> vnitřní tlačené části třída 2

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	8,00
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 6.403 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-1517,92	kN
$V_{y,Ed}$	-2,74	kN
$V_{z,Ed}$	-33,47	kN
T_{Ed}	-0,09	kNm
$M_{y,Ed}$	-230,77	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,5168e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	5232,96	kN
Jedn. posudek	0,29	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	2,4603e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	848,80	kNm
Jedn. posudek	0,27	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
A_v	1,0800e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	2151,21	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
A_v	5,2416e-03	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	1044,05	kN
Jedn. posudek	0,03	-



Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	1,2	MPa
Tau,Rd	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

MN,y,Rd	703,95	kNm
Jedn. posudek	0,33	-

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	30,33
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	37,60

=> vnitřní tlačené části třída 2

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	8,00
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,403	6,403	m
Součinitel vzpěru k	2,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	12,806	6,403	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	5592,46	4097,33	kN
Štíhlost Lambda	74,98	87,59	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,97	1,13	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0,34	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,62	0,47	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	3233,31	2451,49	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha A	1,5168e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2451,49	kN
Jedn. posudek	0,62	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)



Parametry klopení

Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,4603e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	1725,59	kNm
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,LT}$	0,70	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}

Délka klopení L	6,403	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,67	
Součinitel momentu na klopení C2	0,01	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku

Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	1,5168e-02	m ²
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,4603e-03	m ³
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	8,2310e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	1517,92	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-230,77	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	4,36	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	5232,96	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	848,80	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	283,97	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	0,62	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	0,47	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,55	
Interakční součinitel k_{yz}	1,28	
Interakční součinitel k_{zy}	0,89	
Interakční součinitel k_{zz}	1,40	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B453 pozice 6,403 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B453 pozice 2,988 m.

Parametry interakční metody 1

Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	5592,46	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	4097,33	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	7571,70	kN
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,4603e-03	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	2,2126e-03	m ³
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	8,2310e-04	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	5,4035e-04	m ³
Moment setrvačnosti I_y	4,4251e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	8,1052e-05	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	1,3864e-06	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-230,77	kNm

Parametry interakční metody 1		
Maximální relativní průhyb $\delta_{\Delta,z}$	7,1	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,y,0}$	0,92	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,z,0}$	Tabulka A.2 řádek 4 (liniové zatížení)	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,z,0}$	1,01	
Součinitel $\mu_{u,y}$	0,88	
Součinitel $\mu_{u,z}$	0,76	
Součinitel $\epsilon_{y,y}$	1,04	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	1034,83	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,91	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,22	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,y}$	0,96	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,z}$	1,01	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,LT}$	1,29	
Součinitel b_{LT}	0,00	
Součinitel c_{LT}	0,35	
Součinitel d_{LT}	0,00	
Součinitel e_{LT}	0,25	
Součinitel $w_{y,y}$	1,11	
Součinitel $w_{y,z}$	1,50	
Součinitel n_{pl}	0,29	
Maximální relativní štíhlost $\lambda_{rel,max}$	1,13	
Součinitel $C_{y,y}$	0,96	
Součinitel $C_{y,z}$	0,77	
Součinitel $C_{z,y}$	0,75	
Součinitel $C_{z,z}$	0,87	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,47 + 0,42 + 0,02 = 0,91$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,62 + 0,24 + 0,02 = 0,88$ -

Posudek ztráty stability od smyku

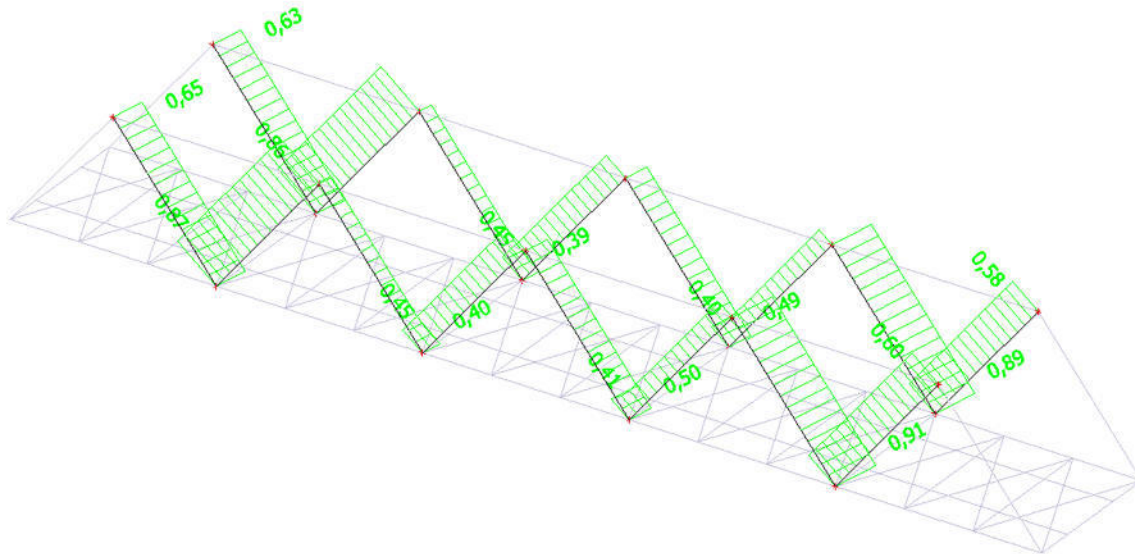
Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	6,403	m
Stojina	nevztužený	
Výška stojiny h_w	364	mm
Tloušťka stojiny t	12	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,81	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny h_w/t	30,33
Limit štíhlosti stojiny	48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



11. Posudek MSÚ: Koncová příčná výztuha

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO5

Průřez : CS1_krajni_přicnik - Iwn (744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B515	5,900 m	Iwn (744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO5/5	0,76 -
------------	---------	---	--------------------------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	38,89
Třída 1 limit	34,27
Třída 2 limit	39,47
Třída 3 limit	66,10

=> vnitřní tlačené části třída 2

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	19,36
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu



Kritický posudek v místě 3.025 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
N,Ed	-514,98		-514,98	kN
Vy,Ed	-14,72		-14,72	kN
Vz,Ed	-35,62		-35,62	kN
T,Ed	0,05		0,05	kNm
My,Ed	1083,23	18,36	1101,58	kNm
Mz,Ed	2,49	0,00	2,49	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Aeff	3,0715e-02	m ²
Nc,Rd	10596,67	kN
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,y,min	5,9017e-03	m ³
Mc,y,Rd	2036,10	kNm
Jedn. posudek	0,54	-

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Weff,z,min	1,3066e-03	m ³
Mc,z,Rd	450,79	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,1340e-02	m ²
Vpl,y,Rd	4250,63	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,5120e-02	m ²
Vpl,z,Rd	3011,69	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,2	MPa
Tau,Rd	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
Aeff	3,0715e-02	m ²
eN,y	-36	mm
eN,z	0	mm
Weff,y	5,9017e-03	m ³
Weff,z	1,3066e-03	m ³

Normálová napětí		
Sigma,N,Ed	16,8	MPa
Sigma,My,Ed	186,7	MPa
Sigma,Mz,Ed	1,9	MPa
Sigma,tot,Ed	205,3	MPa
Jedn. posudek	0,60	-



Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	38,89
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	49,05

=> vnitřní tlačené části třída 3

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	19,36
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,49

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	3.0715e-02	m ²			
Smyk. plocha Vy eff	1.8878e-02	m ²	Vz eff	1.1837e-02	m ²
poloměr setrvačnosti iy eff	297	mm	iz eff	110	mm
moment setrvačnosti Iy eff	2.7121e-03	m ⁴	Iz eff	3.7487e-04	m ⁴
elastický modul průřezu Wy eff	5.9017e-03	m ³	Wz eff	1.3066e-03	m ³
Excentricita eny	36	mm	enz	0	mm

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,800	5,800	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,800	5,800	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	195917,58	26680,20	kN
Štíhlost Lambda	18,95	51,35	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,23	0,63	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	5,800	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	36513,09	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	25750,71	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,64	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	5,9017e-03	m ³



Parametry klopení

Pružný kritický moment M_{cr}	11219,50	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,43	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}

Délka klopení L	5,800	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	1,11	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,38	
Součinitel momentu na klopení C_3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d_z	40	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_y	21	mm
Konstanta monosymetrie z_j	-10	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku

Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Efektivní průřezová plocha A_{eff}	3,0715e-02	m ²
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	5,9017e-03	m ³
Efektivní modul průřezu $W_{eff,z}$	1,3066e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	514,98	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1083,23	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,72	kNm
Přídavný moment Delta $M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Přídavný moment Delta $M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	10596,67	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	2036,10	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	450,79	kNm
Redukční součinitel $\chi_{y,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,02	
Interakční součinitel k_{yz}	1,00	
Interakční součinitel k_{zy}	1,02	
Interakční součinitel k_{zz}	1,00	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B515 pozice 3,025 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B515 pozice 5,800 m.

Parametry interakční metody 1

Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	195917,58	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	26680,20	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	36513,09	kN
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	5,9017e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	3,1799e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	4,3304e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	5,9658e-06	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1083,23	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-6,4	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,00	

Parametry interakční metody 1

Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,72	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	0,5	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	0,98	
Součinitel $\mu_{y,z}$	1,00	
Součinitel $\mu_{y,z}$	1,00	
Součinitel $\epsilon_{y,z}$	10,95	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	10116,10	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,45	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,98	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,02	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,05 + 0,54 + 0,17 = 0,76$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,05 + 0,54 + 0,17 = 0,76$ -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku

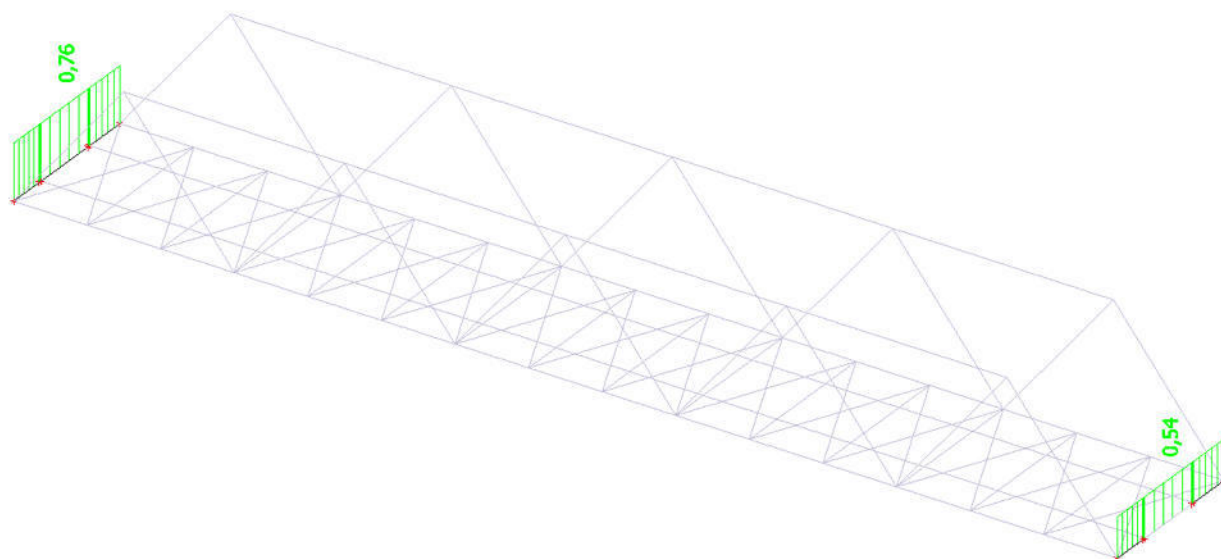
Délka pole vzpěru a	5,800	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h_w	700	mm
Tloušťka stojiny t	18	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,83	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h_w/t	38,89
Limit štíhlosti stojiny	49,52

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.





12. Posudek MSÚ: Vnitřní příčná výztuha

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO6

Průřez : CS2_vnitřní_přicnik - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B509	5,800 m	Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO6/6	0,87 -
------------	---------	--	--------------------------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	31,82
Třída 1 limit	69,29
Třída 2 limit	79,88
Třída 3 limit	65,67

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	48,14
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,48

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 3.025 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
N_{Ed}	-940,62		-940,62	kN
$V_{y,Ed}$	-10,15		-10,15	kN
$V_{z,Ed}$	-46,22		-46,22	kN
T_{Ed}	0,02		0,02	kNm
$M_{y,Ed}$	1511,73	112,49	1624,22	kNm
$M_{z,Ed}$	-75,59	0,00	-75,59	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A_{eff}	3,6371e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	12548,15	kN
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

$W_{eff,y,min}$	6,7604e-03	m ³
$M_{c,y,Rd}$	2332,34	kNm
Jedn. posudek	0,70	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

$W_{eff,z,min}$	2,2470e-03	m ³
-----------------	------------	----------------



M _{c,z} ,R _d	775,23	kNm
Jedn. posudek	0,10	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _t	1,20	
A _v	3,4180e-02	m ²
V _{pl,y} ,R _d	6808,17	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _t	1,20	
A _v	1,8480e-02	m ²
V _{pl,z} ,R _d	3680,95	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau _t ,E _d	0,1	MPa
Tau _{Rd}	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
A _{eff}	3,6371e-02	m ²
e _{N,y}	-120	mm
e _{N,z}	0	mm
W _{eff,y}	6,7604e-03	m ³
W _{eff,z}	2,2470e-03	m ³

Normálová napětí		
Sigma _N ,E _d	25,9	MPa
Sigma _{My} ,E _d	240,3	MPa
Sigma _{Mz} ,E _d	33,6	MPa
Sigma _{tot} ,E _d	299,8	MPa
Jedn. posudek	0,87	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	31,82
Třída 1 limit	69,29
Třída 2 limit	79,88
Třída 3 limit	55,09

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	48,14
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,64

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.



Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	3.6371e-02	m ²			
Smyk. plocha Vy eff	2.0971e-02	m ²	Vz eff	1.5400e-02	m ²
poloměr setrvačnosti iy eff	291	mm	iz eff	215	mm
moment setrvačnosti Iy eff	3.0822e-03	m ⁴	Iz eff	1.6882e-03	m ⁴
elastický modul průřezu Wy eff	6.7604e-03	m ³	Wz eff	2.2470e-03	m ³
Excentricita eny	120	mm	enz	0	mm

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,800	5,800	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,800	5,800	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	310223,28	204121,53	kN
Štíhlost Lambda	18,20	22,44	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,20	0,25	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	5,800	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	41130,97	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	38545,67	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,57	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	6,7604e-03	m ³
Pružný kritický moment Mcr	21631344,29	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,01	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	0,400	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,02	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	261	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-405	mm
Konstanta monosymetrie z,j	203	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)



Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Efektivní průřezová plocha A_{eff}	3,6371e-02	m ²
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7604e-03	m ³
Efektivní modul průřezu $W_{eff,z}$	2,2470e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	940,62	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1511,73	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,77	kNm
Přídavný moment Delta $M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Přídavný moment Delta $M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	12548,15	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	2332,34	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	775,23	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,00	
Interakční součinitel k_{yz}	1,00	
Interakční součinitel k_{zy}	1,00	
Interakční součinitel k_{zz}	1,00	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B509 pozice 3,025 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B509 pozice 3,535 m.

Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	310223,28	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	204121,53	kN
Průžné kritické zatížení $N_{cr,T}$	41130,97	kN
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7604e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	5,0351e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	3,3130e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	8,0033e-06	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1511,73	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-5,9	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,00	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,77	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	0,4	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	1,00	
Součinitel $\mu_{y,z}$	1,00	
Součinitel $\mu_{z,y}$	1,00	
Součinitel $\epsilon_{y,z}$	8,65	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	21248564,97	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,01	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,20	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,07 + 0,65 + 0,10 = 0,82$ -
Jednotkový posudek (6.62) = $0,07 + 0,65 + 0,10 = 0,82$ -

Posudek ztráty stability od smyku

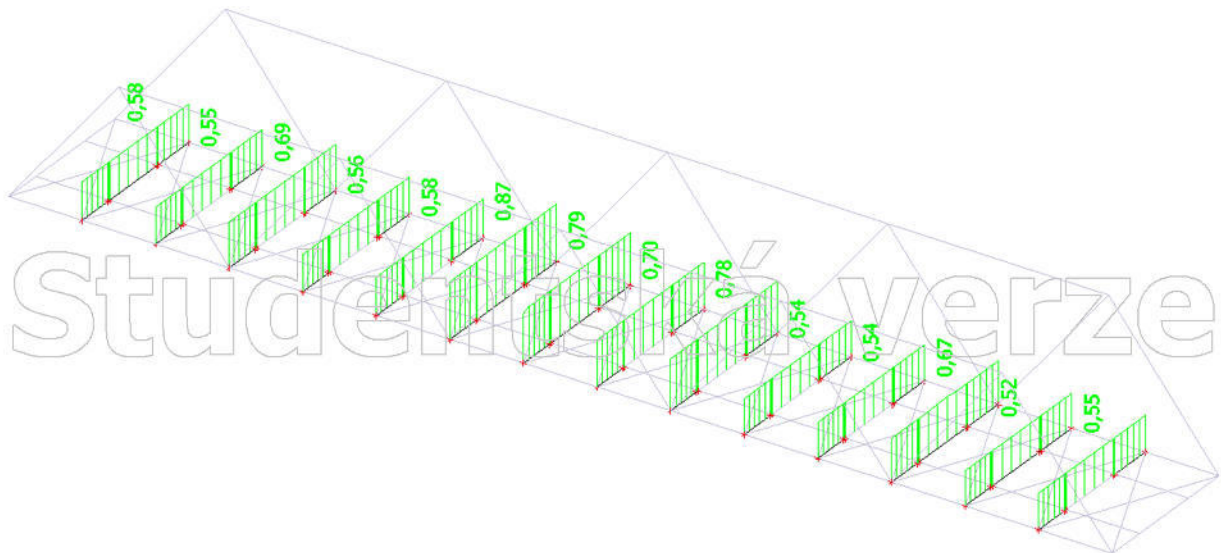
Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	5,800	m
Stojina	nevztužený	
Výška stojiny h _w	700	mm
Tloušťka stojiny t	22	mm
Materiálový součinitel epsilon	0,83	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

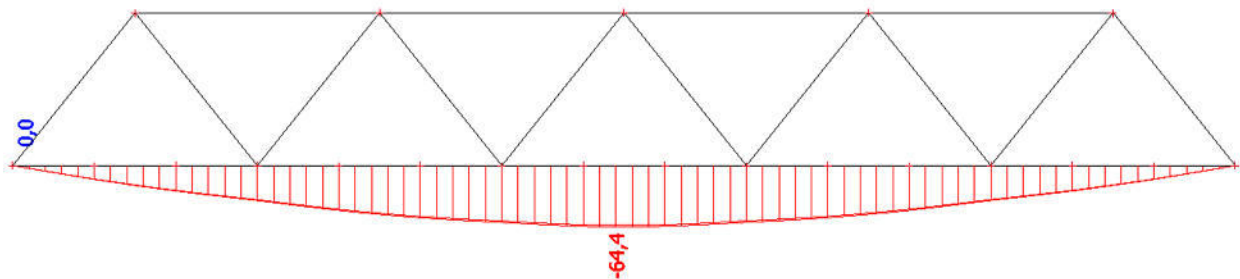
Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny h _w /t	31,82
Limit štíhlosti stojiny	49,52

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



13. Posudek MSP: Celkový průhyb konstrukce



$$U_{lim} = L/400$$

$$U_{lim} = 40000/400$$

$$U_{lim} = 100 \text{ mm}$$

$$U_{max} = 64,4 \text{ mm} < U_{lim} = 100 \text{ mm}$$

Konstrukce vyhovuje na 2. mezní stavz hlediska deformací.

14. Posudek MSP: Průhyb jednotlivých konstrukčních prvků

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO10

Průřez : CS6_diagonala_vnitřní - Iw (400; 12; 300; 18; 364; 0)

Prvek	dx [mm]	Stav - kombinace	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]	Posudek uy [-]	Posudek uz [-]
B448	2988,120	CO10/7	-1,4	1/4579	2,5	1/2590	0,04	0,08
B456	6403,120	CO10/8	0,0	1/10000	0,0	1/10000	0,00	0,00
B464	2561,251	CO10/9	-0,9	1/6990	-6,9	1/931	0,03	0,21
B451	3841,870	CO10/10	-0,9	1/6990	6,9	1/926	0,03	0,22

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO11

Průřez : CS1_krajní_přicnik - Iwn (744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0)

Prvek	dx [mm]	Stav - kombinace	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]	Posudek uy [-]	Posudek uz [-]
B446	2515,000	CO11/11	-1,4	1/4053	-2,6	1/2226	0,05	0,09
B515	2515,000	CO11/12	1,4	1/4056	-1,4	1/4052	0,05	0,05
B515	3025,000	CO11/13	0,3	1/10000	-4,7	1/1225	0,01	0,16
B446	0,000	CO11/14	0,0	0	0,0	0	0,00	0,00

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO12

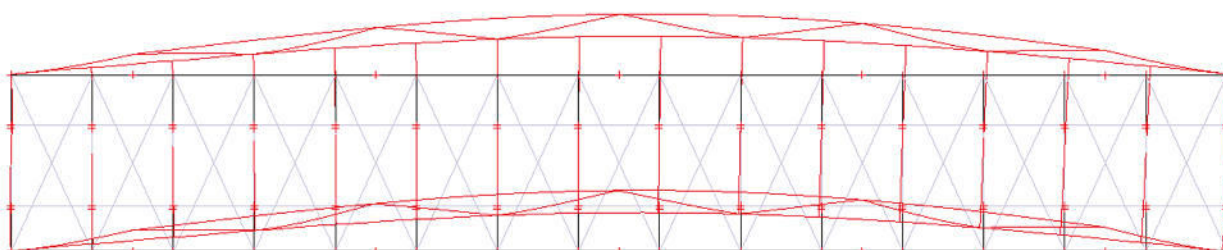
Průřez : CS2_vnitřní_přicnik - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)

Prvek	dx [mm]	Stav - kombinace	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]	Posudek uy [-]	Posudek uz [-]
B514	2515,000	CO12/15	-0,4	1/10000	-1,8	1/3212	0,01	0,06
B501	3025,000	CO12/16	0,4	1/10000	-1,8	1/3155	0,01	0,06
B509	3025,000	CO12/17	0,3	1/10000	-4,5	1/1285	0,01	0,16
B501	0,000	CO12/14	0,0	0	0,0	0	0,00	0,00
B509	3025,001	CO12/17	0,3	1/10000	-4,5	1/1285	0,01	0,16

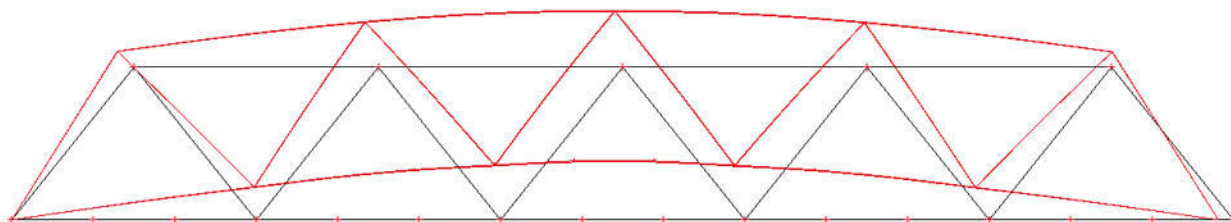
15. Vlastní frekvence

N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM1				
1	2,06	12,93	167,10	0,49
2	2,58	16,21	262,83	0,39
3	4,35	27,31	746,10	0,23
4	4,75	29,84	890,33	0,21
5	4,86	30,56	933,82	0,21

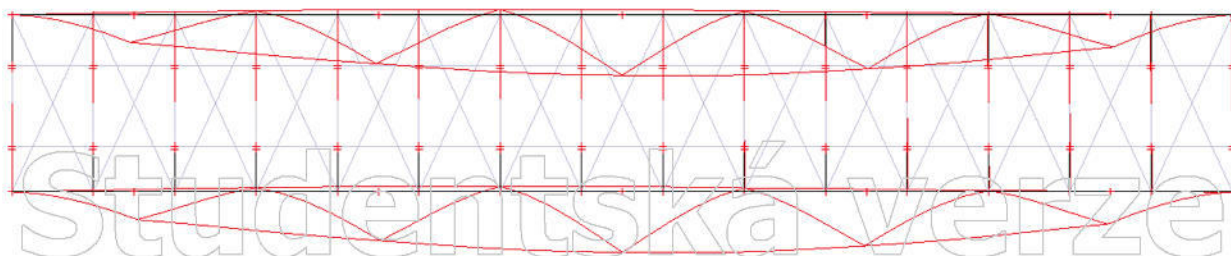
První vlastní frekvence konstrukce $f_1=2,06$ Hz. Deformace celé konstrukce. Pohled kolmo k rovině xy.



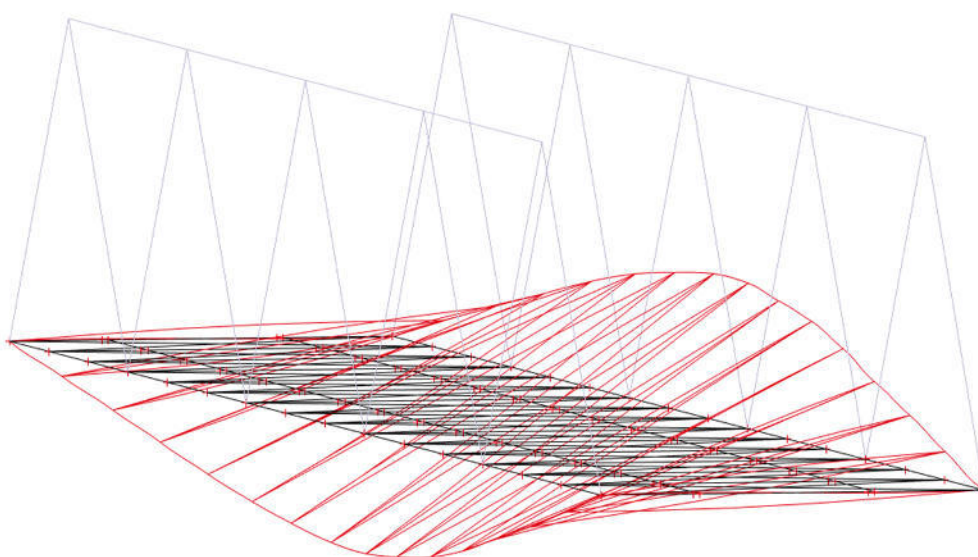
Druhá vlastní frekvence konstrukce $f_2=2,58$ Hz. Deformace celé konstrukce. Pohled kolmo k rovině xz.



Třetí vlastní frekvence konstrukce $f_3=4,35$ Hz. Deformace celé konstrukce. Pohled kolmo k rovině xy.



Třetí vlastní frekvence konstrukce $f_3=4,35$ Hz. Deformace mostovky.





Pro rozhodnutí, zda je požadována dynamická analýza konstrukce je třeba vyhodnotit vývojový diagram na obr. 6.9 normy ČSN EN 1991-2 a zařadit první vlastní ohybovou frekvenci od účinků zatížení konstrukce stálým zatížením do intervalu na obr. 6.10 normy ČSN EN 1991-2.

První vlastní ohybová frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími spadá do intervalu dle obr. 6.10 normy ČSN EN 1991-2.:

$$f_1 = 2,06 \text{ Hz} < n_{0, \text{MIN}} = 2,65 \text{ Hz}$$

1,2-násobek první vlastní ohybové frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími je menší než první vlastní krouticí frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími:

$$1,2 \times f_1 = 1,2 \times 2,06 = 2,47 \text{ Hz} < f_3 = 4,35 \text{ Hz}$$

Dynamická analýza není požadována.

16. Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [mm ²]	Objem [m ³]
Celkový součet :	100979,0	1250126294,136	1,2611e+01

Vysvětlivky symbolů

Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D dílce
--------	--

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [mm]	Hmotnost [kg]	Povrch [mm ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
CS2_vnitřní_přicnik - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	397,0	81200,005	32235,4	420940826,416	8007,0	4,0259e+00
CS4_horní_pas - Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)	S 355 J2 (EN 10025-2)	239,4	64000,000	15324,2	112896003,723	8007,0	1,9139e+00
CS5_dolní_pas - Iwn (1360; 12; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	318,0	80000,000	25443,0	344320007,324	8007,0	3,1776e+00
CS7_nahradní_ztuzidlo - CFCHS139.7X10	S 355 J2 (EN 10025-2)	32,6	191509,857	6248,7	84072807,312	8007,0	7,8040e-01
CS1_krajní_přicnik - Iwn (744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	271,8	11600,000	3152,4	40275199,890	8007,0	3,9370e-01
CS6_diagonála_vnitřní - Iw (400; 12; 300; 18; 364; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	121,5	102449,944	12442,6	202441009,521	8007,0	1,5540e+00
CS8_diagonála_krajní - Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)	S 355 J2 (EN 10025-2)	239,4	25612,480	6132,7	45180416,107	8007,0	7,6592e-01

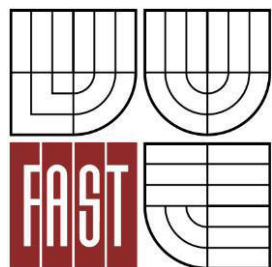
Ve výkazu materiálu jsou uvedeny pouze 1D prutové prvky bez části mostovkového plechu a podélných výztuh. Naopak je zde uvedeno pomocné ztužení konstrukce, jehož funkci ve skutečnosti zajišťuje právě plech mostovky. Při tloušťce plechu 14 mm, rozměrech 5,8 × 40 m a objemové hmotnosti 8007 kg.m⁻³ je jeho hmotnost 15084 kg (vyjma již započítaných efektivních šířek pro příčné výztuhy). Při rozměrech podélné výztuhy 200x20 mm a počtu 12 ks na šířku mostovky je jejich hmotnost 15373 kg.

Celková hmotnost ocelové konstrukce je **125187 kg**.

KONEC STATICKÉHO VÝPOČTU.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES MÍSTNÍ SILNICI VARIANTA B - STATICKÝ VÝPOČET

RAILWAY BRIDGE ACROSS LOCAL ROAD
VARIANT B - STRUCTURAL ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN OLBERT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCHE

BRNO 2016

OBSAH

1	Technická zpráva ke statickému výpočtu	2
1.1	Identifikační údaje stavby.....	2
1.2	Technické řešení	2
1.2.1	Hlavní údaje o navrhovaném mostním tělese.....	2
1.3	Předpoklady výpočtu	3
1.3.1	Nosná konstrukce	3
1.3.2	Ložiska	3
1.3.3	Spodní stavba.....	3
2	Dispoziční řešení	4
3	Statický výpočet nosné konstrukce mostu	5
3.1	Výpočtový model	5
3.1.1	Popis výpočtového modelu.....	5
3.1.2	Materiál konstrukce	5
3.2	Zatížení konstrukce.....	6
3.2.1	Stálá zatížení.....	6
3.2.2	Zatížení dopravou	6
3.2.3	Zatížení větrem	8
3.2.4	Zatížení teplotou	10
3.3	Vnitřní síly	11
3.3.1	Kombinace vnitřních sil	11
4	Statický výpočet nosné konstrukce mostu	11

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

Předmětem diplomové práce je vypracování návrhu ocelové konstrukce jednokolejného železničního mostu přes místní komunikaci na trati 251 Tišnov – Nové Město na Moravě. Mostní objekt má jedno pole o rozpětí cca 40 m.

K určení hodnot zatížení a pro statický výpočet konstrukce byla použita soustava evropských norem ČSN EN a strojové výpočty byly provedeny pomocí software SCIA Engineer od společnosti Nemetschek.

1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Stavba:	3/251 TIŠNOV – NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ
Objekt:	Nový železniční most na trati č. 251 v km 20,425
Místo objektu:	Doubravník
Okres:	Brno-venkov
Kraj:	Jihomoravský
Stavebník:	Správa železniční dopravní cesty, s. o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Projektant:	Bc. Jan Olbert Kamenná čtvrť 84, 639 00 Brno
Stupeň PD:	DPS

1.2 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Mostní objekt je navržen jako jednopolový s rozpětím pole 40,00 m. Nosnou konstrukci tvoří plnostěnné hlavní nosníky s po délce proměnným průřezem a ortotropní ocelová mostovka s kolejovým ložem. Nosná konstrukce je uložena na stávající spodní stavbu tvořenou dvěma gravitačními opěrami.

1.2.1 HLAVNÍ ÚDAJE O NAVRHOVANÉM MOSTNÍM TĚLESE

Traťová rychlost:	50 km.h ⁻¹
Směrové poměry:	širá trať v přímé
Sklonové poměry:	stoupá 1,1 ‰ v směru staničení
Železniční svršek:	UIC60 - B91
Překážka:	silnice III/38715, Doubravník, okr. Brno-venkov
Úhel křížení:	cca 92,6 °
Rozpětí pole:	40,00 m
Délka nosné konstrukce:	40,78 m
Šířka mostu:	6,30 m

1.3 PŘEDPOKLADY VÝPOČTU

1.3.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce mostu je navržena jako trémová konstrukce s dolní ortotropní ocelovou mostovkou s kolejovým ložem. Rozpětí mostu je 40,00 m a osová vzdálenost hlavních nosníků 5,80 m. Hlavní nosníky jsou tvořeny plnostěnnými svařovanými I profily a mají po délce proměnný tvar parabolického oblouku.

Hlavní nosníky mají tvar svařovaných I profilů s proměnnou výškou stojiny. Pásnice mají rozměry 500×40 mm a stojina tloušťku 18 mm. Výška stojiny je proměnná od 2350 mm do 4050 mm. Součástí hlavního nosníku je oboustranná podélná výztuha o rozměrech 242×20 mm s konstantní vzdáleností od dolní pásnice 1880 mm.

Mostovka se skládá z plechu o tloušťce 14 mm, který je vyztužen podélnými výztuhami jednoduchého I tvaru o rozměrech 200×20 mm. Osová vzdálenost podélných výztuh je 400 mm.

V příčném směru je most zabezpečen příčníky. Ty tvoří svařovaný obrácený T průřez shora uzavřený mostovkovým plechem. Rozměry stojiny jsou 700×16 mm a spodní pásnice 300×30 mm. S vnitřními příčníky spolupůsobí plech mostovky v účinné efektivní šířce $2 \times b_{\text{eff}} = 1120$ mm. Efektivní šířka mostovky u koncových příčníků je potom $b_{\text{eff}} = 560$ mm. Osová vzdálenost příčníků je 2500 mm.

Nosná konstrukce je navrhovaná z oceli pevnostní třídy S355 J2 a její plánovaná životnost je 100 let.

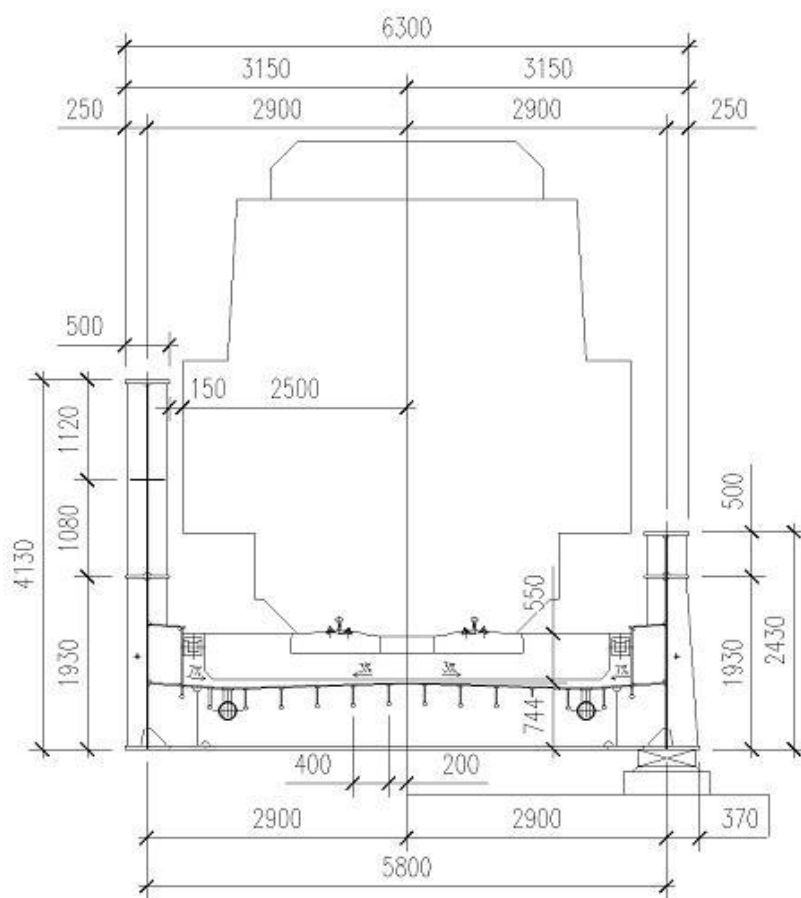
1.3.2 LOŽISKA

Nosná konstrukce mostu bude uložena na ocelová ložiska. Na východní straně mostu (směr Tišnov) bude konstrukce uložena na posuvná válcová ložiska a na opačné straně (směr Nové Město na Moravě) bude uložena na pevné podpory. Ložiska budou osazena na úložné prahy stávajících gravitačních opěr.

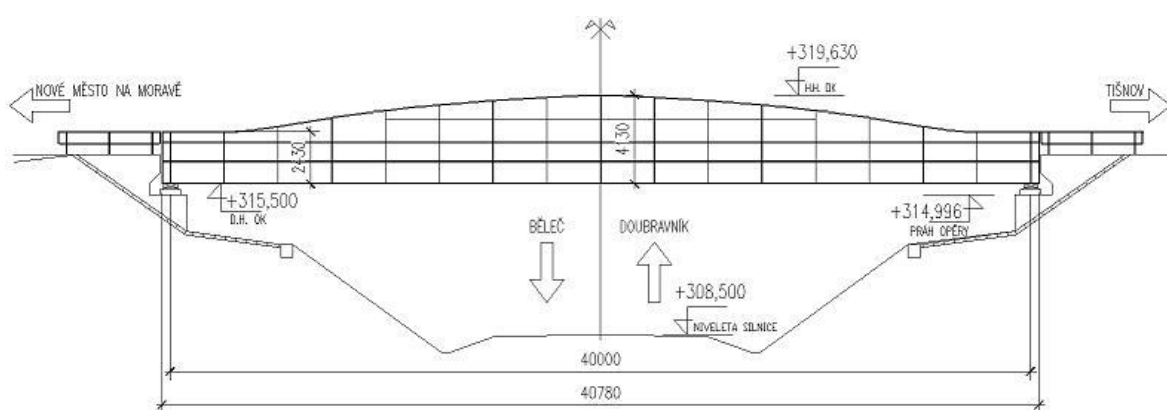
1.3.3 SPODNÍ STAVBA

Spodní stavba mostu je tvořena dvěma gravitačními opěrami. Jejich konstrukce, resp. revize, není předmětem řešení této diplomové práce.

2 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ



Obrázek 2-1: Příčný řez nosnou konstrukcí uprostřed rozpětí (vlevo) a nad podporou (vpravo)



Obrázek 2-2: Pohled na nosnou konstrukci

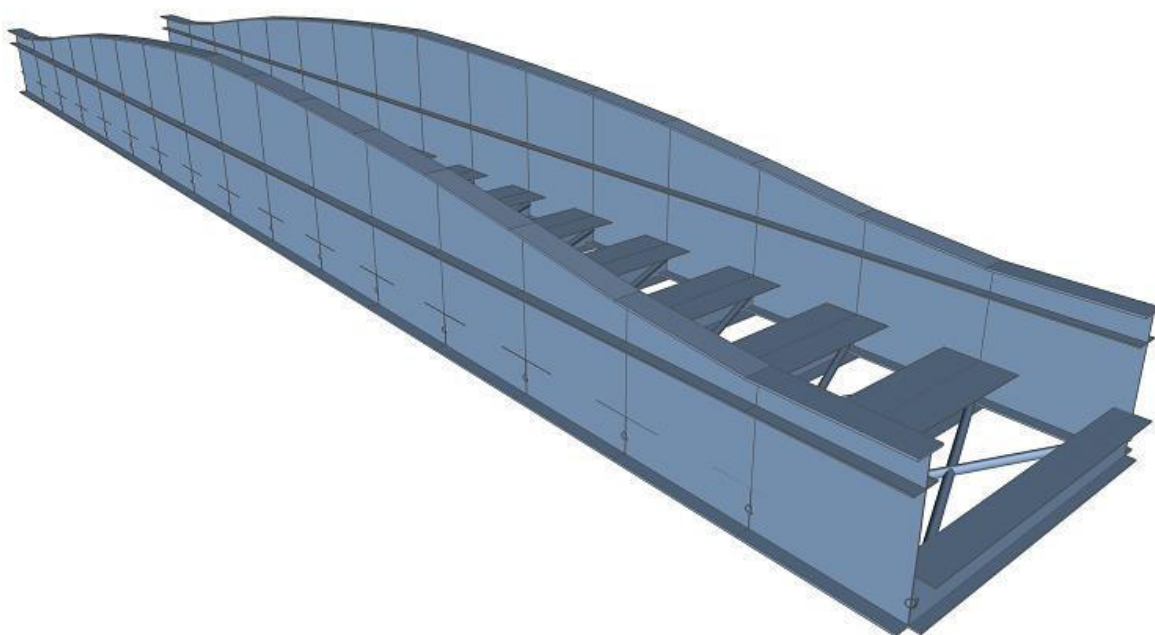
3 STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

3.1 VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočtový model byl vytvořený v software SCIA Engineer společnosti Nemetschek.

3.1.1 POPIS VÝPOČTOVÉHO MODELU

Pro vyšetření globálních účinků zatížení na nosnou konstrukci byl vytvořen prostorový model (*obr. 3-1*), který zohledňuje relevantní geometrické a materiálové charakteristiky konstrukce. Hlavní příhradové nosníky jsou modelovány jako 1D pruty s proměnným průřezem ve směru podélné osy x.



Obrázek 3-1: Výpočetní model nosné konstrukce vytvořený v software SCIA Engineering.

Hlavní nosníky mají tvar parabolického oblouku. Průřezy jednotlivých prutů modelu jsou popsány podrobně v kapitole 1.3.1.

3.1.2 MATERIÁL KONSTRUKCE

Pro nosnou konstrukci je použita ocel třídy S355 J2. Objemová hmotnost oceli je pro výpočet zvýšena o 2 % kvůli přídatku na svařky, tedy ze standardních 7850 kg.m^{-3} na 8007 kg.m^{-3} .

Materiál	Typ	Objemová hmotnost [kg.m^{-3}]	ν [-]	E [MPa]	G [MPa]
Ocel	S355 J2	8007	0,30	210 000	81 000

Tabulka 3-1: Materiál nosné konstrukce

3.2 ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

3.2.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

3.2.1.1 Vlastní tíha ocelové konstrukce

Vlastní tíha OK je automaticky generována softwarem s danou, pro výpočet zvýšenou, objemovou hmotností oceli 8007 kg.m^{-3} .

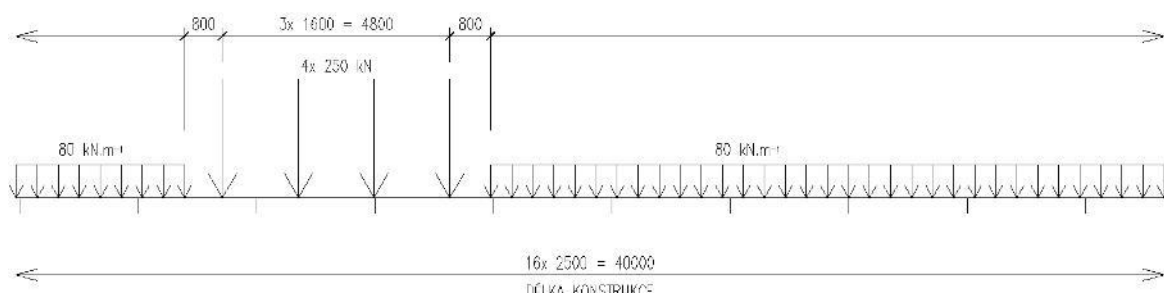
3.2.1.2 Ostatní stálé zatížení

- železniční svršek (kolejnice, pražce, upevňovací) $1,60 \text{ kN.m}^{-2}$
- šterkové kolejové lože výšky 0,55 m $11,00 \text{ kN.m}^{-2}$

3.2.2 ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

3.2.2.1 Svislé účinky železniční dopravy

Zatěžovací model LM 71 dle ČSN EN 1991-2



Obrázek 3-2: Zatěžovací soustava vlaku model 71

$$q_{vk} = 80 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Vliv možné excentricity výslednice zatížení vůči ose koleje e :

$$\frac{q_{v1}}{q_{v2}} + \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = 1,25$$

Tedy platí:

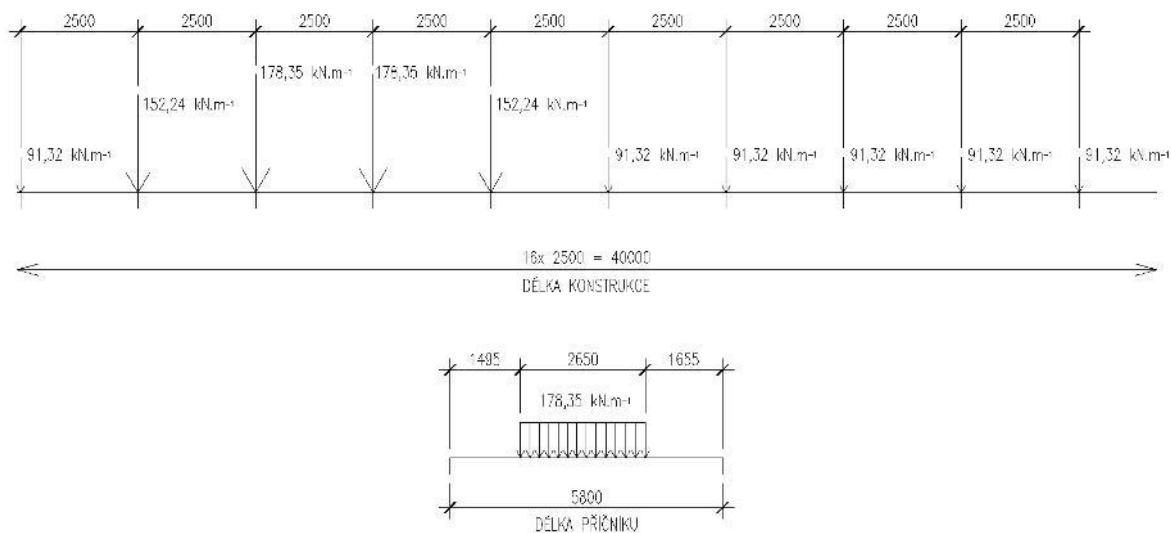
$$Q_{v1} = 138,88 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 111,11 \text{ kN}$$

$$q_{v1} = 44,44 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$q_{v2} = 35,56 \text{ kN.m}^{-1}$$

Svislé zatížení od modelu 71 se roznáší na mostovku podle polohy zatěžovacího modelu na konstrukci jako spojité plošné zatížení. Roznos pod pražcem má sklon 4:1. Při výšce šterkového lože 0,55 m je zatěžovací šířka v příčném směru 2650 mm. Zatížení je v příčném směru posunuto o vypočtenou excentricitu výslednice sil.



Obrázek 3-3: Model zatěžovacího vlaku 71. Roznos zatížení na jednotlivé příčníky s vlivem excentricity.

Hodnota součinitele klasifikovaného zatížení $\alpha = 1,21$. Dynamické účinky na konstrukci jsou vyjádřeny součinitelem Φ_3 , který je pro každou část konstrukce řešen v kap. 3.2.2.4. Rozmístění modelu zatížení 71 na konstrukci bylo provedeno na základě příčinkových čar pro daný konstrukční prvek v konstrukci.

3.2.2.2 Boční ráz

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$

V místě temene kolejnice. Roznos zatížení na dva nejbližší příčníky. Zatížení se uvažuje vždy v nejneprůpustnější poloze. Pro přenásobení hodnot součinitelem α platí stejné podmínky jako pro svislé zatížení modelem 71.

3.2.2.3 Brzdné a rozjezdové síly

- brzdné síly pro model zatížení 71:

$$Q_{lb,k} = 20 \text{ kN} \times L_{ab} = 20 \times 40,0 = 800 \text{ kN} \leq 6000 \text{ kN}$$

- rozjezdové síly pro model zatížení 71:

$$Q_{la,k} = 33 \text{ kN} \times L_{ab} = 33 \times 40,0 = 1320 \text{ kN} > 1000 \text{ kN} \Rightarrow Q_{la,k} = 1000 \text{ kN}$$

Rozhodující je rozjezdová síla. Zatížení je uvažováno jako spojitě vodorovné na zatěžovací šířku 2650 mm na příčníky v obou směrech. Pro přenásobení hodnot součinitelem α platí stejné podmínky jako pro svislé zatížení modelem 71

3.2.2.4 Dynamické účinky zatížení od železniční dopravy

Dynamické účinky zohledňujeme ve svislém zatížení od modelu 71 součinitelem Φ_3 (pro standardně udržovanou trať) určeným podle ČSN EN 1991-2:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 \in < 1; 2 >$$

Prvek	Náhradní délka L_Φ	Dynamický součinitel Φ_3
Hlavní nosník	$L = 40,00 \text{ m}$	1,08
Vnitřní příčník	$L = 2 \times a = 2 \times 5,80 = 11,60 \text{ m}$	1,40
Krajní příčník	$L = 5,80 \text{ m}$	2,00
Podélné výztuhy	$L = 3 \times b = 3 \times 2,67 = 8,00 \text{ m}$	1,55
Ložiska	$L = 40,00 \text{ m}$	1,08

Tabulka 3-2: Hodnoty dynamického součinitele zatížení od železniční dopravy pro jednotlivé prvky nosné konstrukce

3.2.3 ZATÍŽENÍ VĚTREM

Zatížení větrem uvažujeme ve směru kolmém k podélné ose mostu. Zatížení je počítáno podle ČSN EN 1991-4.

Území okresu Brno-venkov: větrná oblast II

Výchozí základní rychlost větru: $v_{b,0} = 27,5 \text{ m.s}^{-1}$ omezena na 25 m.s^{-1} (viz ČSN EN 1990- 2, A2.2.1, A2.2.4)

Součinitel směru: $C_{dir} = 1,0$

Součinitel ročního období: $C_{season} = 1,0$

Základní rychlost větru:

$$v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,0 \times 1,0 \times 25 = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

Měrná hmotnost vzduchu: $\rho = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$

Základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 = 0,391 \text{ kN.m}^{-2}$$

3.2.3.1 Zatížení větrem kolmo k podélné ose mostu na trám mostu

Výška konstrukce mostu nad terénem: $z = 7 \text{ m}$

Součinitel orografie: $C_o = 1,0$

Parametr drsnosti terénu: $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Parametr kategorie terénu: $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0.19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0.19 \times \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$C_r(7) = k_r \times \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,215 \times \ln \left(\frac{7}{0,3} \right) = 0,678$$

Součinitel orografie:

$$C_0(7) = 1,0$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$v_m(7) = C_r(7) \times C_0(7) \times v_b = 0,678 \times 1,0 \times 25 = 16,95 \text{ m.s}^{-1}$$

Maximální dynamický tlak:

$$\begin{aligned} q_p(7) &= [1 + 7 \times I_v(7)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m^2(z) = [1 + 7 \times 0,32] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 16,95^2 \\ &= 0,58 \text{ kN.m}^{-2} \end{aligned}$$

Součinitel síly pro plnostěnný hlavní nosník uprostřed rozpětí:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{6,10}{4,05} = 1,49 \rightarrow c_{f,x} = C_{f,0} = 2,05 \text{ (obr. 8.3 normy)}$$

Součinitel síly pro plnostěnný hlavní nosník v uložení:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{6,10}{2,35} = 2,55 \rightarrow c_{f,x} = C_{f,0} = 1,70 \text{ (obr. 8.3 normy)}$$

$A_{ref,x} = 4,05 \text{ m}^2$ – referenční plocha uprostřed rozpětí mostu

$A_{ref,x} = 2,35 \text{ m}^2$ – referenční plocha v místě uložení

$$c_e = \frac{q_{p(z)}}{q_b} = \frac{0,58}{0,391} = 1,49$$

$$c_{L\frac{z}{2}} = c_e \times c_{f,x} = 1,49 \times 2,05 = 3,05$$

$$c_L = c_e \times c_{f,x} = 1,49 \times 1,70 = 2,53$$

Tlak větru na trám konstrukce uprostřed rozpětí:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times c \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 3,05 \times 4,05 = 4,83 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Tlak větru na trám konstrukce v uložení:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times c \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 2,53 \times 2,35 = 2,32 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Tlaková síla bude po délce konstrukce proměnná podle výšky průřezu hlavního nosníku.

3.2.3.2 Zatížení větrem na vlak kolmo k podélné ose mostu

Zatížení vlaku větrem se do konstrukce přenáší v místě temene kolejnice. Vzniká tedy příčná síla působící v těžišti příčníků a ohybový moment na rameni <vzdálenost osy příčnicku-temeno kolejnice>.

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 3,00 = 1,20 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$M_{w,k} = F_{w,k} \times \frac{h_{vlak} + \frac{h_{trám}}{2}}{2} = 1,20 \times \frac{4 + \frac{2,35}{2}}{2} = 3,11 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.4 ZATÍŽENÍ TEPLOTOU

Konstrukce není náchylná na nerovnoměrnou změnu teploty, tedy uvažují s rovnoměrnou změnou teploty. Oblast Brno, typ 1, základní teplota $T_0 = 10^\circ\text{C}$

$$T_{MAX} = 40^\circ\text{C}$$

$$T_{l,MAX} = 40 + 16 = 56^\circ\text{C}$$

$$T_{MIN} = -30^\circ\text{C}$$

$$T_{l,MIN} = -30 - 3 = -33^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{l,MIN} = 10 + 33 = 43^\circ\text{C} - \text{zkrácení}$$

$$\Delta T_{N,EXP} = T_{l,MAX} - T_0 = 56 - 10 = 46^\circ\text{C} - \text{prodloužení}$$

Zatížení teplotou se projeví podélnou deformací (posunem) konstrukce a bude využito k návrhu ložisek.

3.3 VNITŘNÍ SÍLY

Výpočet vnitřních sil proběhl v software SCIA Engineer na výpočtovém modelu podrobně popsáném v kapitole 3.1 a zatíženém hodnotami zatížení uvedenými v kapitole 3.2.

3.3.1 KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL

Kombinace vnitřních sil, resp. zatěžovacích stavů jsou provedeny v souladu s ČSN EN 1991-2.

3.3.1.1 Kombinace stálých zatížení „G“

Součinitel zatížení pro vlastní tíhu ocelové konstrukce a ostatní stálé zatížení $\gamma_G = 1,35$ (příp. 1,00)

3.3.1.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy „Q“

Podle ČSN EN 1991-2, tab. 6.11.

Součinitel zatížení pro pohyblivé zatížení od železniční dopravy $\gamma_Q = 1,45$

3.3.1.3 Ostatní proměnná zatížení „F“ a zatížení větrem „W“

Součinitel zatížení pro proměnné zatížení $\gamma_F = \gamma_W = 1,50$

3.3.1.4 Kombinace s ostatními zatíženími

Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990, rovnice 6.10. Při kombinaci zatížení platí, že primární proměnné zatížení je zatížení od železniční dopravy. Tudíž platí pro Mezní Stav Únosnosti následující:

$$X_{Ed} = \gamma_G \times G + \gamma_Q \times Q + \gamma_W \times \psi_W \times W + \gamma_F \times \psi_F \times F$$

Pro Mezní Stav Použitelnosti potom platí:

$$X_{Ek} = G + Q + \psi_W \times W + \psi_F \times F$$

Výsledné vnitřní síly, napětí a deformace jsou použity u jednotlivých posudků ve strojovém výpočtu.

4 STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

Na nadcházejících stranách následuje report statického výpočtu konstrukce provedeného pomocí programu Scia Engineer 2015.1.

1. Obsah

1. Obsah	12
2. Materiály	12
3. Průřezy	12
4. Zatěžovací stavy	23
5. Skupiny zatížení	24
6. Kombinace	24
7. Posudek MSÚ: Hlavní nosník	27
8. Posudek MSÚ: Příčná výztuha koncová	31
9. Posudek MSÚ: Příčná výztuha vnitřní	35
10. Posudek MSP: Celkový průhyb konstrukce	40
11. Posudek MSP: Průhyb jednotlivých konstrukčních prvků	40
12. Kmitání: Vlastní frekvence konstrukce	41
13. Výkaz materiálu	43

2. Materiály

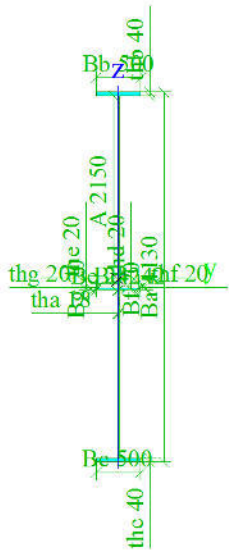
Ocel EC3

Jméno	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]				
S 235	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 40	40 80	235,0 215,0	360,0 360,0
S 355 J2 (EN 10025-2)	8007,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 3 16 40 63 80 100 150 200 250	3 16 40 63 80 100 150 200 250 400	355,0 355,0 345,0 335,0 325,0 315,0 295,0 285,0 275,0 265,0	510,0 470,0 470,0 470,0 470,0 470,0 450,0 450,0 450,0 450,0

3. Průřezy

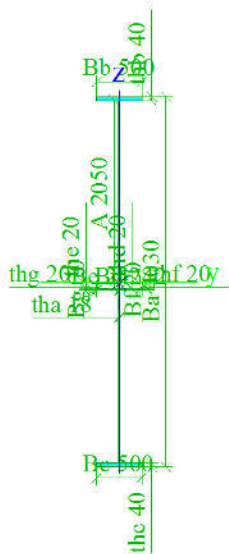
CS01_hlavní_nosník_01		
Typ	IXwn	
Detailní	4130; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 2150	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	
A [m ²]	1,2258e-01	
A_y [m ²], A_z [m ²]	4,6000e-02	7,5980e-02
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	1,1192e+01	1,1192e+01
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	251	2054
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	2,6709e-01	1,0461e-03
i_y [mm], i_z [mm]	1476	92
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	1,2868e-01	4,1679e-03
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	1,5598e-01	6,5864e-03
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	5,54e+07	5,54e+07
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	2,34e+06	2,34e+06
d_y [mm], d_z [mm]	0	-18
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	3,0676e-05	3,4883e-03
β_y [mm], β_z [mm]	68	0

Obrázek



CS02_hlavni_nosnik_02		CS02_hlavni_nosnik_02	
Typ	IXwn		
Detailní	4030; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 2050		
Typ tvaru	Tenkostěnný		
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)		
Výroba	svařovaný		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c	
A [m ²]		1,2078e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]		4,5992e-02	7,4869e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,0992e+01	1,0992e+01
C _{Y,UCS} [mm], C _{Z,UCS} [mm]		251	2008
α [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		2,5172e-01	1,0461e-03
i _y [mm], i _z [mm]		1444	93
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		1,2450e-01	4,1677e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		1,5019e-01	6,5784e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		5,33e+07	5,33e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		2,34e+06	2,34e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0	-11
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,0482e-05	3,3180e-03
β _y [mm], β _z [mm]		43	0

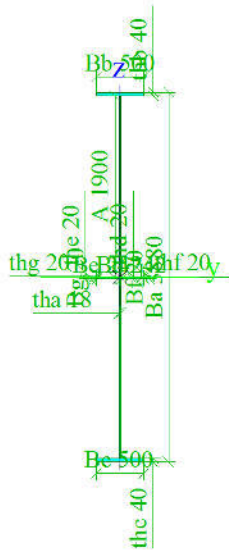
Obrázek



CS03_hlavní_nosník_03

Typ	IXwn	
Detailní	3880; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 1900	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	1,1808e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,5979e-02	7,1305e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,0692e+01	1,0692e+01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	251	1939
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,2977e-01	1,0460e-03
i _y [mm], i _z [mm]	1395	94
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,1839e-01	4,1674e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,4183e-01	6,5662e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,03e+07	5,03e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,33e+06	2,33e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0	-1
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,0190e-05	3,0720e-03
β _y [mm], β _z [mm]	5	0

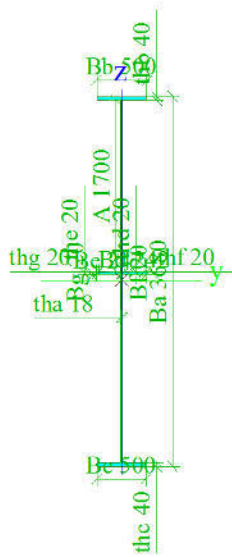
Obrázek



CS04 hlavní nosník 04

Typ	IXwn	
Detailní	3680; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 1700	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	1,1448e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,5961e-02	6,9575e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,0292e+01	1,0292e+01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	251	1848
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,0256e-01	1,0459e-03
i _y [mm], i _z [mm]	1330	96
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,0963e-01	4,1670e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,3131e-01	6,5500e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,66e+07	4,66e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,33e+06	2,33e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0	12
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,9801e-05	2,7618e-03
β _y [mm], β _z [mm]	-46	0

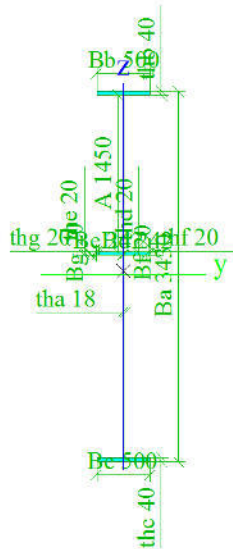
Obrázek



CS05 hlavní nosník 05

Typ	IXwn	
Detailní	3430; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 1450	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	1,0998e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,5938e-02	6,3442e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,7920e+00	9,7920e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	251	1734
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,7173e-01	1,0458e-03
i _y [mm], i _z [mm]	1250	98
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,9040e-02	4,1665e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,1915e-01	6,5297e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,23e+07	4,23e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,32e+06	2,32e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0	27
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,9315e-05	2,4026e-03
β _y [mm], β _z [mm]	-110	0

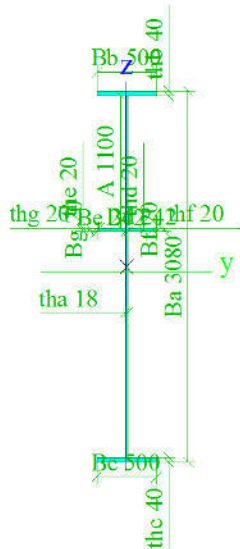
Obrázek



CS06_hlavní_nosník_06

Typ	IXwn	
Detailní	3080; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 1100	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	1,0368e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,5902e-02	5,7989e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,0920e+00	9,0920e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	251	1576
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,3426e-01	1,0456e-03
i _y [mm], i _z [mm]	1138	100
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	8,5166e-02	4,1658e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,0377e-01	6,5014e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,68e+07	3,68e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,31e+06	2,31e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0	47
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,8635e-05	1,9530e-03
β _y [mm], β _z [mm]	-198	0

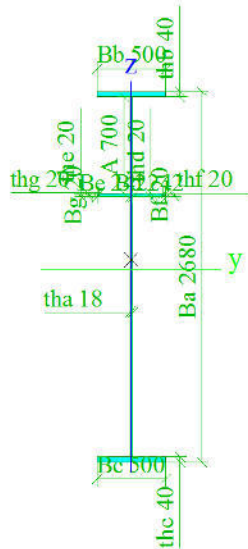
Obrázek



CS07_hlavní_nosník_07

Typ	IXwn	
Detailní	2680; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 700	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	9,6480e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,5854e-02	4,8914e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,2920e+00	8,2920e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	251	1399
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,9097e-02	1,0454e-03
i _y [mm], i _z [mm]	1013	104
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,0824e-02	4,1651e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	8,7630e-02	6,4690e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,11e+07	3,11e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,30e+06	2,30e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0	66
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,7857e-05	1,5154e-03
β _y [mm], β _z [mm]	-289	0

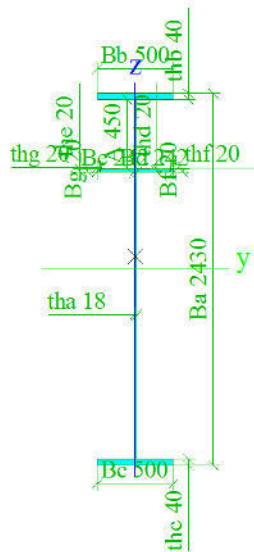
Obrázek



CS08_hlavní_nosník_08

Typ	IXwn	
Detailní	2430; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 450	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	9,1980e-02	
A _y [in ²], A _z [m ²]	4,5819e-02	4,4036e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,7920e+00	7,7920e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	251	1290
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,1021e-02	1,0453e-03
i _y [mm], i _z [mm]	939	107
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	6,2795e-02	4,1646e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,8271e-02	6,4487e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,78e+07	2,78e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,29e+06	2,29e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0	76
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,7371e-05	1,2831e-03
β _y [mm], β _z [mm]	-334	0

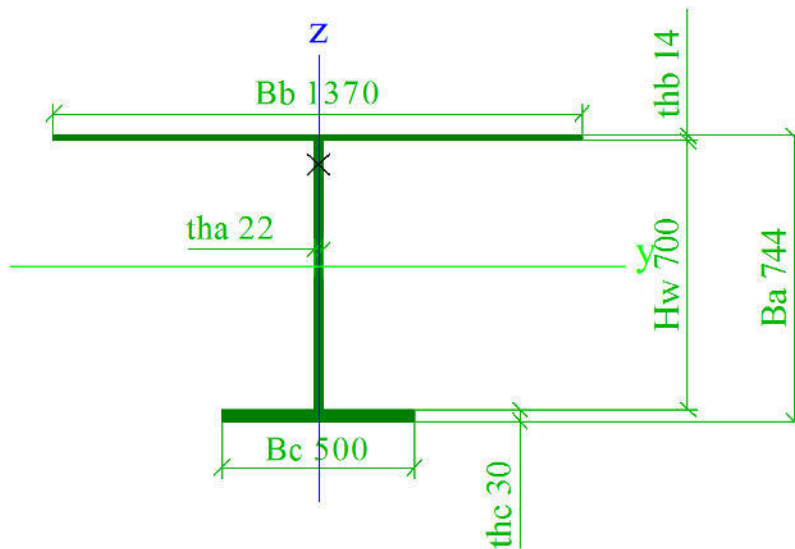
Obrázek



CS09_Přicna_vyztuha_vnitřní

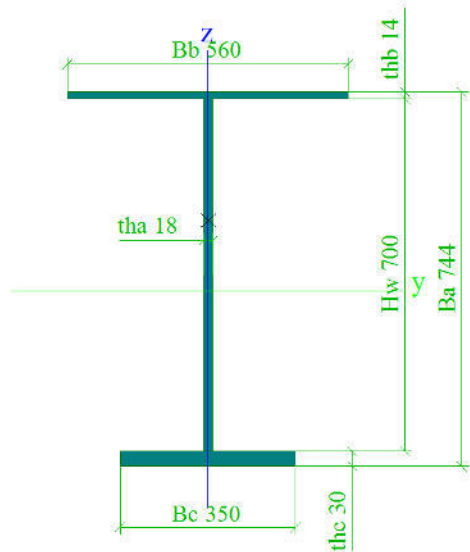
Typ	Iwn	
Detailní	744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0	
Kód tvaru	101 - Asymetrické I průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	4,9580e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,1872e-02	1,6448e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,1840e+00	5,1840e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	685	408
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,0351e-03	3,3130e-03
i _y [mm], i _z [mm]	319	258
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2351e-02	4,8365e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,4819e-02	8,5288e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,26e+06	5,26e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,03e+06	3,03e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0	263
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,3157e-06	1,4753e-04
β _y [mm], β _z [mm]	-409	0

Obrázek



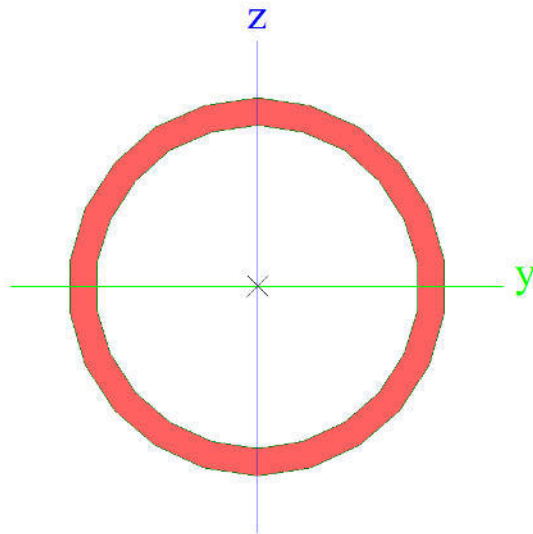
CS10. Průřez vyztuha koncová			
Typ	Iwn		
Detailní	744; 18; 560; 14; 350; 30; 700; 0		
Kód tvaru	101 - Asymetrické I průřezy		
Typ tvaru	Tenkostěnný		
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)		
Výroba	svařovaný		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c	
A [m ²]	3,0940e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,8666e-02	1,3430e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,2720e+00	3,2720e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	280	347	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,8789e-03	3,1241e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	305	100	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,2443e-03	1,1158e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	8,7381e-03	2,0731e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,10e+06	3,10e+06	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,36e+05	7,36e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0	144	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,0658e-06	3,6684e-05	
β _y [mm], β _z [mm]	-225	0	

Obrázek



CS13 -		
Typ	CFCHS139.7X10	
Kód tvaru	3 - Kruhové duté průřezy	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	tvářený za studena	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	4,0750e-03	
A _y [in ²], A _z [m ²]	2,5940e-03	2,5940e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3900e-01	8,1489e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	70	70
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,6189e-06	8,6189e-06
i _y [mm], i _z [mm]	46	46
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2339e-04	1,2339e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,6855e-04	1,6855e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,98e+04	5,98e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,98e+04	5,98e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,7238e-05	8,5221e-42
β _y [mm], β _z [mm]	0	0

Obrázek



Vysvětlivky symbolů

A	Plocha
A_y	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
A_z	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
A_l	Obvodový povrch na jednotku délky
A_D	Vysýhající povrch na jednotku délky
$C_{Y,LCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému
$C_{Z,LCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému
$I_{Y,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
$I_{Z,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
$I_{YZ,LCS}$	Moment setrvačnosti Iyz v LSS
α	Úhel pootočení hlavní osy
I_y	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I_z	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
i_y	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y
i_z	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z

Vysvětlivky symbolů

$W_{el,y}$	Pružný modul průřezu k hlavní osy y
$W_{el,z}$	Pružný modul průřezu k hlavní osy z
$W_{pl,y}$	Plastický modul průřezu k hlavní osy y
$W_{pl,z}$	Plastický modul průřezu k hlavní osy z
$M_{pl,y,+}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment M_y
$M_{pl,y,-}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment M_y
$M_{pl,z,+}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment M_z
$M_{pl,z,-}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment M_z
d_y	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
d_z	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
I_t	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
I_w	Výsečový moment setrvačnosti
β_y	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β_z	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

4. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Rídící zat. stav	Absence
Spec		Typ zatížení					
LC1	vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	Stále	-Z			Žádný
LC2	ostatní stálé	Stálé Standard	Stále				Žádný
LC3	bocní raz +y Standard	Proměnné Statické	Bocní raz		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC4	bocní raz -y Standard	Proměnné Statické	Bocní raz		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC5	rozjezdová síla +x Standard	Proměnné Statické	Rozjezdová síla		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC6	rozjezdová síla -x Standard	Proměnné Statické	Rozjezdová síla		Krátkodobé	Žádný	Žádný

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídicí zat. stav	Absence
	Spec	Typ zatížení					
LC7	teplota + Teplota	Proměnné Statické	Teplota			Žádný	Žádný
LC8	teplota - Teplota	Proměnné Statické	Teplota			Žádný	Žádný
LC9	vitř +y Standard	Proměnné Statické	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC10	vitř -y Standard	Proměnné Statické	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC11	vitř vlak +y Standard	Proměnné Statické	Vitr vlak		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC12	vitř vlak -y Standard	Proměnné Statické	Vitr vlak		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC13	Model 71 - L/2 Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC14	Model 71 - L/4 Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC15	Model 71 - uložení Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC16	Model 71 - mostovka Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný

5. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Stale	Stálé		
Bocni raz	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN
Rozjezdova sila	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN
Teplota	Proměnné	Výběrová	Teplota
Vitr	Proměnné	Výběrová	Vitr
Vitr vlak	Proměnné	Výběrová	Vitr
Model 71	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN

6. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO01	MSU - Hlavní nosník 1/2	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stala	1,00
			LC3 - bocní raz +y	1,00
			LC4 - bocní raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitř +y	1,00
			LC10 - vitř -y	1,00
			LC11 - vitř vlak +y	1,00
			LC12 - vitř vlak -y	1,00
			LC13 - Model 71 - L/2	1,05
CO02	MSU - Hlavní nosník 1/4	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stala	1,00
			LC3 - bocní raz +y	1,00
			LC4 - bocní raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitř +y	1,00
			LC10 - vitř -y	1,00
			LC11 - vitř vlak +y	1,00
			LC12 - vitř vlak -y	1,00
			LC14 - Model 71 - L/4	1,05



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO03	MSU - Hlavní nosník uložení	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční raz +y	1,00
			LC4 - boční raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00
			LC11 - vítr vlak +y	1,00
			LC12 - vítr vlak -y	1,00
			LC15 - Model 71 - uložení	1,05
CO04	MSU - Průnik koncový	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční raz +y	1,00
			LC4 - boční raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00
			LC11 - vítr vlak +y	1,00
			LC12 - vítr vlak -y	1,00
			LC15 - Model 71 - uložení	1,94
CO05	MSU - Průnik vnitřní	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční raz +y	1,00
			LC4 - boční raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00
			LC11 - vítr vlak +y	1,00
			LC12 - vítr vlak -y	1,00
			LC13 - Model 71 - L/2	1,38
CO06	MSU - Mostovka	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční raz +y	1,00
			LC4 - boční raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00
			LC11 - vítr vlak +y	1,00
			LC12 - vítr vlak -y	1,00
			LC16 - Model 71 - mostovka	1,50
CO07	MSP - Hlavní nosník 1/2	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční raz +y	1,00
			LC4 - boční raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - Model 71 - L/2	1,08
CO08	MSP - Hlavní nosník 1/4	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC14 - Model 71 - L/4	1,08
CO09	MSU - Hlavní nosník uloženi	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC15 - Model 71 - uloženi	1,08
CO10	MSP - Pricnik koncovy	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC15 - Model 71 - uloženi	2,00
CO11	MSP - Pricnik vnitřni	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - Model 71 - L/2	1,42
CO12	MSP - Mostovka	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC16 - Model 71 - mostovka	1,55

7. Posudek MSÚ: Hlavní nosník

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO01

Vrstva : Hlavní nosník

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B208	40,000 m	IXwn (2430; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 450)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO01/1	0,40 -
------------	----------	--	-----------------------	--------	--------

Díličí souč. spolehlivosti

Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál

Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Svařované	

Varování: Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu povolena.

....POSUDEK PRŮŘEZU....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Varování: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-1016,84	kN
$V_{y,Ed}$	48,44	kN
$V_{z,Ed}$	2866,31	kN
T_{Ed}	-0,08	kNm
$M_{y,Ed}$	-0,04	kNm
$M_{z,Ed}$	-50,37	kNm

Vlastnosti průřezu

A	9.198000e+004 mm ²		
A_y/A	0.498	A_z/A	0.479
I_y	8.102133e+010 mm ⁴	I_z	1.045309e+009 mm ⁴
I_{yz}	-2.428613e-005 mm ⁴	I_t	2.737149e+007 mm ⁴
I_w	1.283141e+015 mm ⁶		
W_{ely}	6.279522e+007 mm ³	W_{elz}	4.164578e+006 mm ³
W_{ply}	7.827103e+007 mm ³	W_{plz}	6.448750e+006 mm ³
cy	1290.25 mm	cz	251.00 mm
dy	0.00 mm	dz	76.41 mm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	9,1980e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	32652,90	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,y,min}$	6,2795e-02	m ³
$M_{el,y,Rd}$	22292,30	kNm



Jedn. posudek	0,00	-
---------------	------	---

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

W _{el,z,min}	4,1646e-03	m ³
M _{el,z,Rd}	1478,43	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	1,5	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	77,6	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,38	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	4	
Sigma,N,Ed	11,1	MPa
Sigma,My,Ed	0,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	0,4	MPa
Sigma,tot,Ed	11,5	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	77,6	MPa
Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,tot,Ed	77,7	MPa
Sigma,von Mises,Ed	135,0	MPa
Jedn. posudek	0,38	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	2,500	2,500	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	2,500	2,500	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	26868188,23	346644,04	kN
Štíhlost Lambda	2,66	23,45	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,03	0,31	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr L_{cr}	2,500	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	476275,05	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	341051,32	kN
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,T}$	0,31	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	6,2795e-02	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	586007,68	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,20	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	2,500	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	1,77	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	76	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-334	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	-167	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	9,1980e-02	m ²
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	6,2795e-02	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	4,1646e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	1016,84	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	7139,81	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	70,72	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	32652,90	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	22292,30	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	1478,43	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,LT}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,00	
Interakční součinitel k_{yz}	1,00	
Interakční součinitel k_{zy}	1,00	
Interakční součinitel k_{zz}	1,00	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B208 pozice 2,500 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B208 pozice 2,500 m.

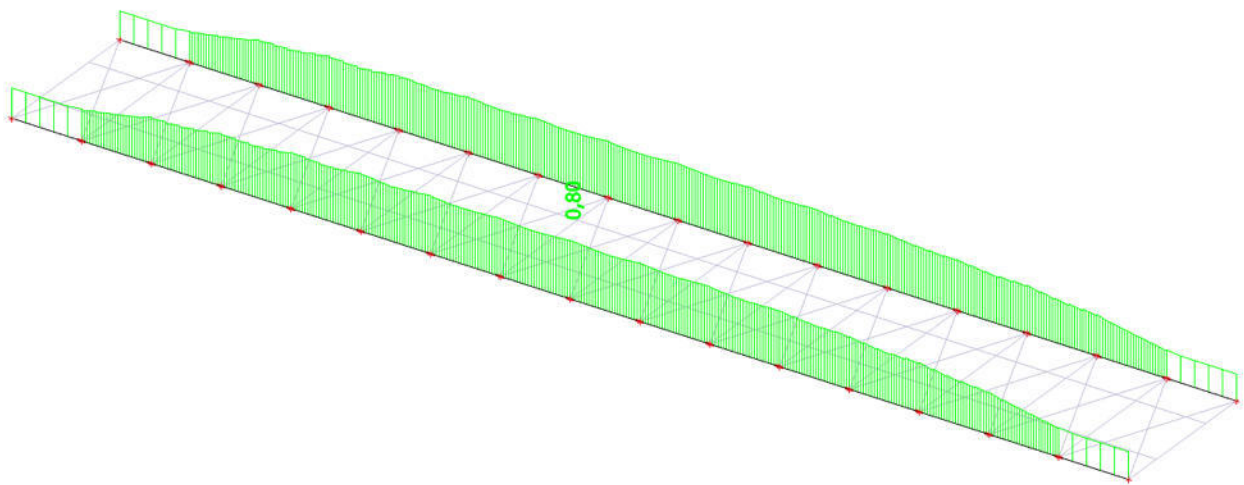
Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	26868188,23	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	346644,04	kN

Parametry interakční metody 1		
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	476275,05	kN
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	6,2795e-02	m ³
Moment setrvačnosti I_y	8,1021e-02	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	1,0453e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	2,7371e-05	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	7139,81	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-0,2	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,00	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	70,72	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	-0,1	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	1,00	
Součinitel μ_y	1,00	
Součinitel μ_z	1,00	
Součinitel ϵ_y	10,28	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	331422,55	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,26	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,27	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,03 + 0,32 + 0,05 = 0,40 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,03 + 0,32 + 0,05 = 0,40 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.





8. Posudek MSÚ: Příčná výztuha koncová

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO04

Průřez : CS10_Pricna_vyztuha_koncova - Iwn (744; 18; 560; 14; 350; 30; 700; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B655	5,800 m	Iwn (744; 18; 560; 14; 350; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO04/2	0,61 -
------------	---------	---	--------------------------	--------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	38,89
Třída 1 limit	46,07
Třída 2 limit	53,04
Třída 3 limit	75,56

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	19,36
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,54

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 2.515 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
N_{Ed}	-122,98		-122,98	kN
$V_{y,Ed}$	0,98		0,98	kN
$V_{z,Ed}$	98,00		98,00	kN
T_{Ed}	0,05		0,05	kNm
$M_{y,Ed}$	846,38	4,43	850,82	kNm
$M_{z,Ed}$	26,21	0,00	26,21	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A_{eff}	2,7735e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	9568,61	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

$W_{eff,y,min}$	5,7314e-03	m ³
$M_{c,y,Rd}$	1977,32	kNm
Jedn. posudek	0,43	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

$W_{eff,z,min}$	8,8351e-04	m ³
-----------------	------------	----------------



M _{c,z,Rd}	304,81	kNm
Jedn. posudek	0,09	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	1,8340e-02	m ²
V _{pl,y,Rd}	3653,07	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	1,5120e-02	m ²
V _{pl,z,Rd}	3011,69	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau _{t,Ed}	0,3	MPa
Tau _{Rd}	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
A _{eff}	2,7735e-02	m ²
e _{N,y}	-36	mm
e _{N,z}	0	mm
W _{eff,y}	5,7314e-03	m ³
W _{eff,z}	8,8351e-04	m ³

Normálová napětí		
Sigma _{N,Ed}	4,4	MPa
Sigma _{My,Ed}	148,4	MPa
Sigma _{Mz,Ed}	29,7	MPa
Sigma _{tot,Ed}	182,5	MPa
Jedn. posudek	0,53	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	38,89
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	36,02

=> vnitřní tlačené části třída 4

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	19,36
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	12,57

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.



Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	2.7735e-02	m ²			
Smyk. plocha Vy eff	1.5878e-02	m ²	Vz eff	1.1857e-02	m ²
poloměr setrvačnosti iy eff	298	mm	iz eff	96	mm
moment setrvačnosti Iy eff	2.4712e-03	m ⁴	Iz eff	2.5408e-04	m ⁴
elastický modul průřezu Wy eff	5.7314e-03	m ³	Wz eff	8.8351e-04	m ³
Excentricita eny	36	mm	enz	0	mm

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,800	5,800	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,800	5,800	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	177376,81	19248,29	kN
Štíhlost Lambda	19,01	57,72	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,23	0,71	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	5,800	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	21564,10	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	14409,62	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,81	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	5,7314e-03	m ³
Pružný kritický moment Mcr	9460,17	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,46	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	5,800	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,13	
Součinitel momentu na klopení C2	0,45	
Součinitel momentu na klopení C3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d,z	144	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	-225	mm
Konstanta monosymetrie z,j	112	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Efektivní průřezová plocha A_{eff}	2,7735e-02	m ²
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	5,7314e-03	m ³
Efektivní modul průřezu $W_{eff,z}$	8,8351e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	122,98	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	859,41	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-49,24	kNm
Přídavný moment Delta $M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Přídavný moment Delta $M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	9568,61	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	1977,32	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	304,81	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,01	
Interakční součinitel k_{yz}	1,00	
Interakční součinitel k_{zy}	1,01	
Interakční součinitel k_{zz}	1,00	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B655 pozice 3,025 m.
Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B655 pozice 5,800 m.

Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	177376,81	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	19248,29	kN
Průžné kritické zatížení $N_{cr,T}$	21564,10	kN
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	5,7314e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	2,8789e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	3,1241e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	5,0658e-06	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	859,41	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-5,5	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,00	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-49,24	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	-0,8	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	1,00	
Součinitel $\mu_{y,z}$	1,00	
Součinitel $\mu_{z,y}$	1,00	
Součinitel $\epsilon_{\phi,y}$	33,82	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	8394,12	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,49	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,01 + 0,44 + 0,16 = 0,61 -
Jednotkový posudek (6.62) = 0,01 + 0,44 + 0,16 = 0,61 -

Posudek ztráty stability od smyku

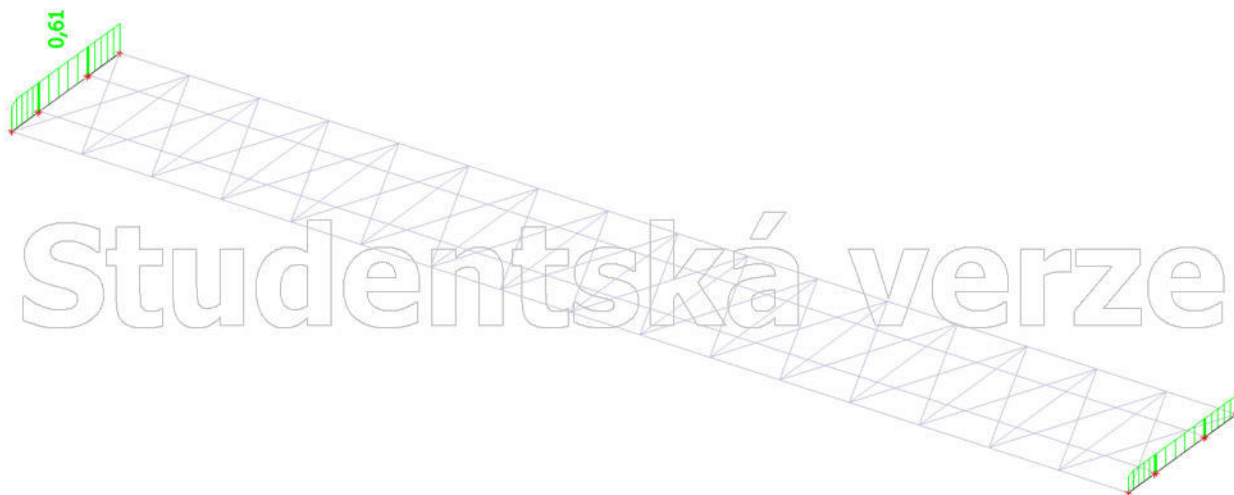
Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	5,800	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny hw	700	mm
Tloušťka stojiny t	18	mm
Materiálový součinitel epsilon	0,83	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny hw/t	38,89
Limit štíhlosti stojiny	49,52

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



9. Posudek MSÚ: Příčná výztuha vnitřní

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO05

Průřez : CS09_Přčna_vyztuha_vnitřní - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B664	5,800 m	Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO05/3	0,64 -
------------	---------	--	-----------------------	--------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu fy	345,0	MPa
Mezní pevnost fu	470,0	MPa
Výroba	Svařované	



....POSUDEK PRŮŘEZU....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	31,82
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	42,08

=> vnitřní tlačené části třída 3

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	48,14
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	12,40

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
N _{Ed}	-162,44		-162,44	kN
V _{y,Ed}	46,88		46,88	kN
V _{z,Ed}	621,55		621,55	kN
T _{Ed}	0,00		0,00	kNm
M _{y,Ed}	5,08	19,43	24,51	kNm
M _{z,Ed}	-38,95	0,00	-38,95	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A _{eff}	3,6371e-02	m ²
N _{c,Rd}	12548,15	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

W _{eff,y,min}	6,7604e-03	m ³
M _{c,y,Rd}	2332,34	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

W _{eff,z,min}	2,2470e-03	m ³
M _{c,z,Rd}	775,23	kNm
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _t	1,20	
A _v	3,4180e-02	m ²
V _{pl,y,Rd}	6808,17	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _t	1,20	
A _v	1,8480e-02	m ²
V _{pl,z,Rd}	3680,95	kN
Jedn. posudek	0,17	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau _{t,Ed}	0,0	MPa
Tau _{t,Rd}	199,2	MPa



Jedn. posudek	0,00	-
---------------	------	---

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
A _{eff}	3,6371e-02	m ²
e _{N,y}	-120	mm
e _{N,z}	0	mm
W _{eff,y}	6,7604e-03	m ³
W _{eff,z}	2,2470e-03	m ³

Normálová napětí		
Sigma _{N,Ed}	4,5	MPa
Sigma _{My,Ed}	3,6	MPa
Sigma _{Mz,Ed}	17,3	MPa
Sigma _{tot,Ed}	25,4	MPa
Jedn. posudek	0,07	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:.....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	31,82
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	42,08

=> vnitřní tlačené části třída 3

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	48,14
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	12,40

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A _{eff}	3.6371e-02	m ²			
Smyk. plocha V _{y eff}	2.0971e-02	m ²	V _{z eff}	1.5400e-02	m ²
poloměr setrvačnosti i _{y eff}	291	mm	i _{z eff}	215	mm
moment setrvačnosti I _{y eff}	3.0822e-03	m ⁴	I _{z eff}	1.6882e-03	m ⁴
elastický modul průřezu W _{y eff}	6.7604e-03	m ³	W _{z eff}	2.2470e-03	m ³
Excentricita e _{ny}	120	mm	e _{nz}	0	mm

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,800	5,800	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	5,800	5,800	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	310223,28	204121,53	kN
Štíhlost Lambda	18,20	22,44	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	0,20	0,25	



Parametry vzpěru	yy	zz	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr L_{cr}	5,800	m
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	41115,83	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,TF}$	38511,70	kN
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,T}$	0,57	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,0}$	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení	Alternativní případ	
Metoda pro křivku klopení		
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7604e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	80707,49	kNm
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,LT}$	0,17	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	5,800	m
Vliv polohy zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	1,13	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,45	
Součinitel momentu na klopení C_3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d_z	263	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{y,y}$	-409	mm
Konstanta monosymetrie z_j	204	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Efektivní průřezová plocha A_{eff}	3,6371e-02	m ²
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7604e-03	m ³
Efektivní modul průřezu $W_{eff,z}$	2,2470e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	162,44	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1258,52	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-69,07	kNm
Přídavný moment Delta $M_{y,Ed}$	1,28	kNm
Přídavný moment Delta $M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	12548,15	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	2332,34	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	775,23	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,00	
Interakční součinitel k_{yz}	1,00	

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku

Interakční součinitel k_{zy}	1,00
Interakční součinitel k_{zz}	1,00

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B664 pozice 3,025 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B664 pozice 5,800 m.

Parametry interakční metody 1

Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	310223,28	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	204121,53	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	41115,83	kN
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7604e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	5,0351e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	3,3130e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	8,3157e-06	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1258,52	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-4,9	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,00	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-69,07	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	-0,3	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	1,00	
Součinitel $\mu_{y,0}$	1,00	
Součinitel $\mu_{z,0}$	1,00	
Součinitel $\epsilon_{LT,y}$	41,68	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	71612,63	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,18	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,01 + 0,54 + 0,09 = 0,64 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,01 + 0,54 + 0,09 = 0,64 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku

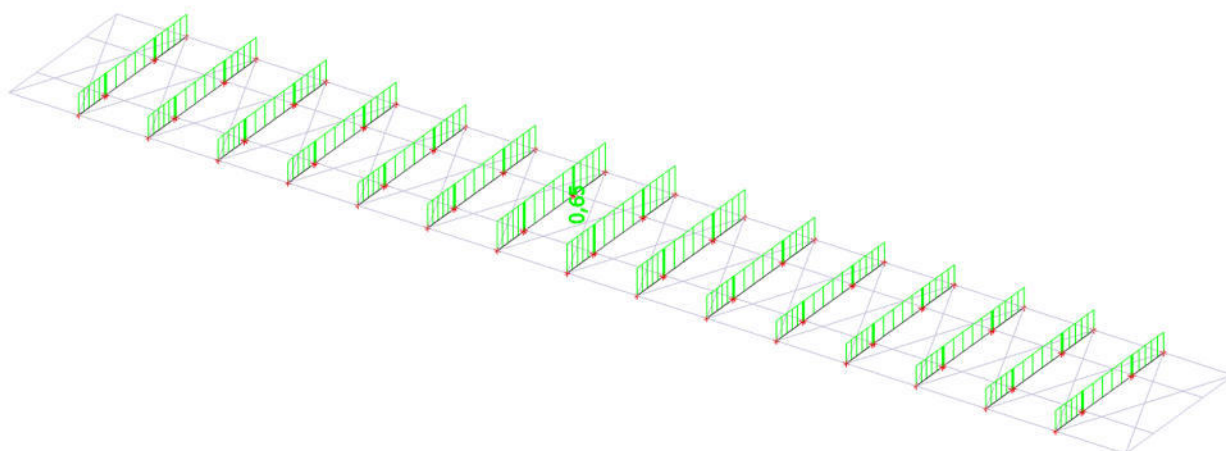
Délka pole vzpěru a	5,800	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h_w	700	mm
Tloušťka stojiny t	22	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,83	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h_w/t	31,82
Limit štíhlosti stojiny	49,52

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



10. Posudek MSP: Celkový průhyb konstrukce



$$U_{lim} = L/400$$

$$U_{lim} = 40000/400$$

$$U_{lim} = 100 \text{ mm}$$

$$U_{max} = 99,5 \text{ mm} < U_{lim} = 100 \text{ mm}$$

Konstrukce vyhovuje na 2. mezní stav z hlediska deformací.

11. Posudek MSP: Průhyb jednotlivých konstrukčních prvků

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : LSS

Výběr : Vše

Kombinace : CO11

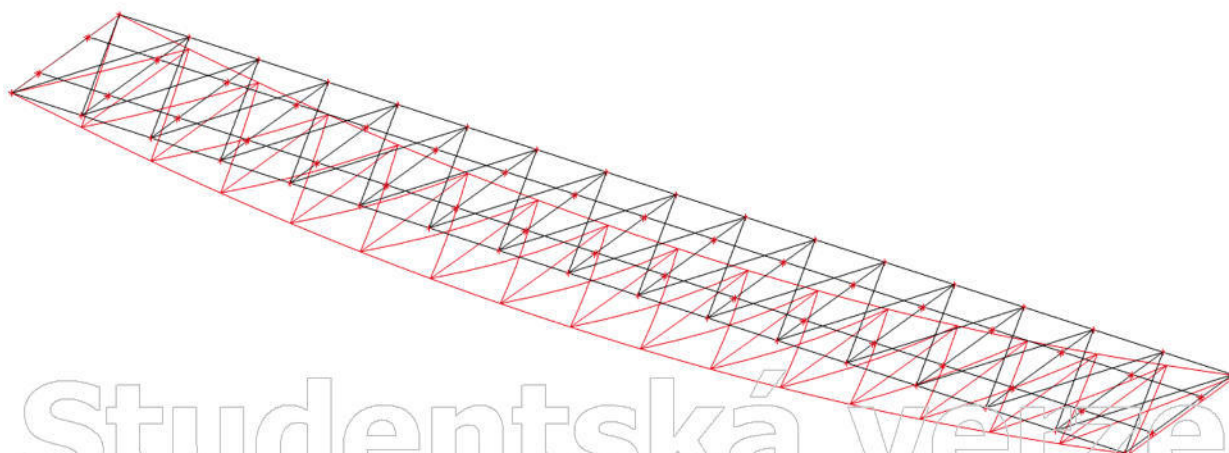
Průřez : CS09_Pricna_vyztuha_vnitřní - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)

Prvek	dx [mm]	Stav - kombinace	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]	Posudek uy [-]	Posudek uz [-]
B663	3025,000	CO11/4	-0,3	1/10000	-2,3	1/2498	0,01	0,08
B665	3025,000	CO11/5	0,3	1/10000	-2,3	1/2498	0,01	0,08
B664	3025,001	CO11/6	-0,2	1/10000	-3,5	1/1655	0,01	0,12
B657	0,000	CO11/7	0,0	0	0,0	0	0,00	0,00

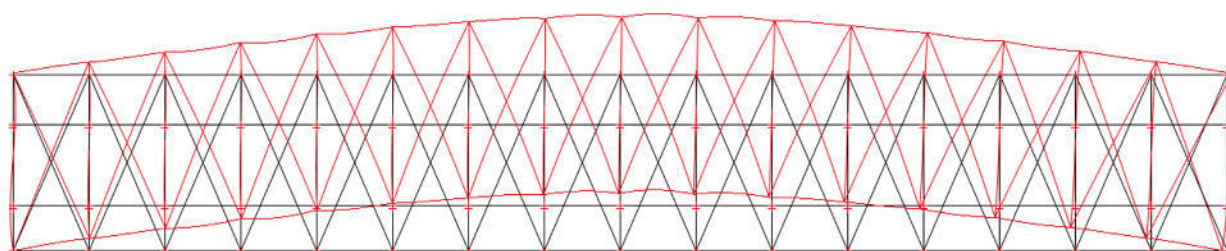
12. Kmitání: Vlastní frekvence konstrukce

N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM1				
1	2,62	16,47	271,34	0,38
2	3,03	19,06	363,37	0,33
3	4,05	25,43	646,87	0,25
4	6,52	40,98	1679,52	0,15
5	8,22	51,63	2665,27	0,12

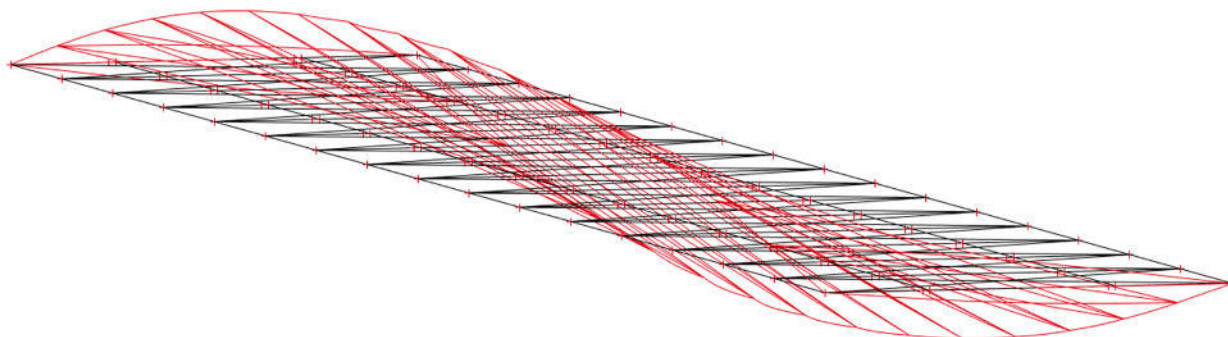
První vlastní frekvence konstrukce $f_1 = 2,62$ Hz. Celková deformace konstrukce.



Druhá vlastní frekvence konstrukce $f_2 = 3,03$ Hz. Celková deformace konstrukce. Pohled kolmo k rovině xy.



Třetí vlastní frekvence konstrukce $f_3 = 4,05$ Hz. Celková deformace konstrukce.



Pro rozhodnutí, zda je požadována dynamická analýza konstrukce je třeba vyhodnotit vývojový diagram na obr. 6.9 normy ČSN EN 1991-2 a zatřídit první vlastní ohybovou frekvenci od účinků zatížení konstrukce stálým zatížením do intervalu na obr. 6.10 normy ČSN EN 1991-2.

První vlastní ohybová frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími spadá do intervalu dle obr. 6.10 normy ČSN EN 1991-2.:

$$f_1 = 2,62 \text{ Hz} < n_{0, \text{MIN}} = 2,65 \text{ Hz} \text{ a zároveň } f_1 = 2,65 \text{ Hz} < n_{0, \text{MAX}} = 6,00 \text{ Hz}$$

1,2-násobek první vlastní ohybové frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími je menší než první vlastní kroutící frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími:

$$1,2 \times f_1 = 1,2 \times 2,62 = 3,14 \text{ Hz} < f_3 = 4,05 \text{ Hz}$$

Dynamická analýza není požadována.



13. Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [mm ²]	Objem [m ³]
Celkový součet :	113085,7	1342048006,058	1,4123e+01

Vysvětlivky symbolů

Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D dílce
--------	--

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [mm]	Hmotnost [kg]	Povrch [mm ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
CS03_hlavni_nosnik_03 - IXwn (3880; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 1900)	S 355 J2 (EN 10025-2)	943,7	9999,996	9436,6	106669967,651	8007,0	1,1785e+00
CS02_hlavni_nosnik_02 - IXwn (4030; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 2050)	S 355 J2 (EN 10025-2)	965,3	9999,996	9652,8	109669960,022	8007,0	1,2055e+00
CS04_hlavni_nosnik_04 - IXwn (3680; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 1700)	S 355 J2 (EN 10025-2)	914,8	9999,996	9148,4	102669960,022	8007,0	1,1425e+00
CS05_hlavni_nosnik_05 - IXwn (3430; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 1450)	S 355 J2 (EN 10025-2)	877,0	9999,996	8770,1	97419960,022	8007,0	1,0953e+00
CS06_hlavni_nosnik_06 - IXwn (3080; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 1100)	S 355 J2 (EN 10025-2)	828,4	9999,996	8283,6	90669960,022	8007,0	1,0345e+00
CS07_hlavni_nosnik_07 - IXwn (2680; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 700)	S 355 J2 (EN 10025-2)	777,9	9999,996	7779,2	83669957,651	8007,0	9,7155e-01
CS08_hlavni_nosnik_08 - IXwn (2430; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 450)	S 355 J2 (EN 10025-2)	742,5	14999,996	11137,3	118129974,365	8007,0	1,3909e+00
CS01_hlavni_nosnik_01 - IXwn (4130; 18; 500; 40; 500; 40; 242; 20; 242; 20; 20; 20; 20; 20; 2150)	S 355 J2 (EN 10025-2)	974,3	4999,998	4871,5	55459980,011	8007,0	6,0840e-01
CS13_- - CFCHS139.7X10	S 355 J2 (EN 10025-2)	32,6	202107,269	6594,5	88725074,768	8007,0	8,2359e-01
CS09_Pricna_vyztuha_vnitri - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	397,0	87000,008	34537,9	451008026,123	8007,0	4,3135e+00
CS10_Pricna_vyztuha_koncova - Iwn (744; 18; 560; 14; 350; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	247,7	11600,000	2873,7	37955204,010	8007,0	3,5890e-01

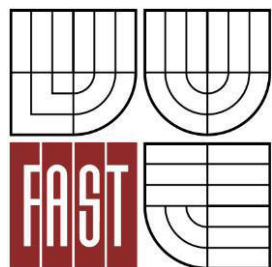
Ve výkazu materiálu jsou uvedeny pouze 1D prutové prvky bez části mostovkového plechu a podélných výztuh. Naopak je zde uvedeno pomocné ztužení konstrukce, jehož funkci ve skutečnosti zajišťuje právě plech mostovky. Při tloušťce plechu 14 mm, rozměrech 5,8 × 40 m a objemové hmotnosti 8007 kg.m⁻³ je jeho hmotnost 14356 kg (vyjma již započítaných efektivních šířek pro příčné výztuhy). Při rozměrech podélné výztuhy 200x20 mm a počtu 12 ks na šířku mostovky je jejich hmotnost 15373 kg.

Celková hmotnost ocelové konstrukce je **136220 kg**.

KONEC STATICKÉHO VÝPOČTU.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES MÍSTNÍ SILNICI VARIANTA C - STATICKÝ VÝPOČET

RAILWAY BRIDGE ACROSS LOCAL ROAD
VARIANT C - STRUCTURAL ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN OLBERT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCH

BRNO 2016

OBSAH

1	Technická zpráva ke statickému výpočtu	2
1.1	Identifikační údaje stavby.....	2
1.2	Technické řešení	2
1.2.1	Hlavní údaje o navrhovaném mostním tělese.....	2
1.3	Předpoklady výpočtu	3
1.3.1	Nosná konstrukce	3
1.3.2	Ložiska	3
1.3.3	Spodní stavba.....	3
2	Dispoziční řešení	4
3	Statický výpočet nosné konstrukce mostu	5
3.1	Výpočtový model	5
3.1.1	Popis výpočtového modelu.....	5
3.1.2	Materiál konstrukce	5
3.2	Zatížení konstrukce.....	6
3.2.1	Stálá zatížení.....	6
3.2.2	Zatížení dopravou	6
3.2.3	Zatížení větrem	8
3.2.4	Zatížení teplotou	10
3.3	Vnitřní síly	11
3.3.1	Kombinace vnitřních sil	11
4	Statický výpočet nosné konstrukce mostu	11

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

Předmětem diplomové práce je vypracování návrhu ocelové konstrukce jednokolejného železničního mostu přes místní komunikaci na trati 251 Tišnov – Nové Město na Moravě. Mostní objekt má jedno pole o rozpětí cca 40 m.

K určení hodnot zatížení a pro statický výpočet konstrukce byla použita soustava evropských norem ČSN EN a strojové výpočty byly provedeny pomocí software SCIA Engineer od společnosti Nemetschek.

1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Stavba:	3/251 TIŠNOV – NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ
Objekt:	Nový železniční most na trati č. 251 v km 20,425
Místo objektu:	Doubravník
Okres:	Brno-venkov
Kraj:	Jihomoravský
Stavebník:	Správa železniční dopravní cesty, s. o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Projektant:	Bc. Jan Olbert Kamenná čtvrť 84, 639 00 Brno
Stupeň PD:	DPS

1.2 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Mostní objekt je navržen jako jednopolevý s rozpětím pole 40,00 m. Nosnou konstrukci tvoří příhradové hlavní nosníky s dolní železobetonovou mostovkou s kolejovým ložem. Mostovka je spřažena s ocelovou konstrukcí příčníků. Nosná konstrukce je uložena na stávající spodní stavbu tvořenou dvěma gravitačními opěrami.

1.2.1 HLAVNÍ ÚDAJE O NAVRHOVANÉM MOSTNÍM TĚLESE

Traťová rychlost:	50 km.h ⁻¹
Směrové poměry:	širá trať v přímé
Sklonové poměry:	stoupá 1,1 ‰ v směru staničení
Železniční svršek:	UIC60 - B91
Překážka:	silnice III/38715, Doubravník, okr. Brno-venkov
Úhel křížení:	cca 92,6 °
Rozpětí pole:	40,00 m
Délka nosné konstrukce:	40,78 m
Šířka mostu:	6,24 m

1.3 PŘEDPOKLADY VÝPOČTU

1.3.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce mostu je navržena jako příhradová trémová konstrukce s dolní železobetonovou mostovkou spřaženou s příčníky ocelové konstrukce. Rozpětí mostu je 40,00 m a osová vzdálenost hlavních nosníků 5,80 m. Hlavní nosníky mají tvar jednosměrné příhradové soustavy. Osová vzdálenost pásů hlavního nosníku je 4,50 m.

Horní pás hlavního nosníku je tvořen uzavřeným svařovaným průřezem. Horní pásnice má rozměry 440×30 mm, stojiny 400×18 mm a dolní pásnice 364×25 mm.

Dolní pás je otevřený svařovaný I průřez. S horní pásnicí o rozměrech 364×30 mm, dolní pásnicí 440×30 mm a stojnou 1300×14 mm.

Krajní diagonály jsou tvořeny stejným průřezem jako horní pás. Vnitřní diagonály tvoří svařovaný I průřez s pásnicemi 300×18 mm a stojnou 364×14 mm. Diagonály jsou s horním a dolním pásem hlavního nosníku spojeny tupými svarovými spoji.

V příčném směru je most zabezpečen příčníky. Ty tvoří svařovaný I průřez. Spřažený s železobetonovou deskou mostovky. Rozměry stojiny jsou 300×12 mm, spodní pásnice 250×20 mm a horní pásnice 150×14 mm. Osová vzdálenost příčníků je 2222 mm.

Mostovku tvoří železobetonová deska tloušťky 250 mm z betonu třídy C30/37, stupně prostředí XF3 spřažená s příčníky spřahovacími trny dle ČSN EN ISO 13918.

Nosná konstrukce je navrhovaná z oceli pevnostní třídy S355 J2 a její plánovaná životnost je 100 let.

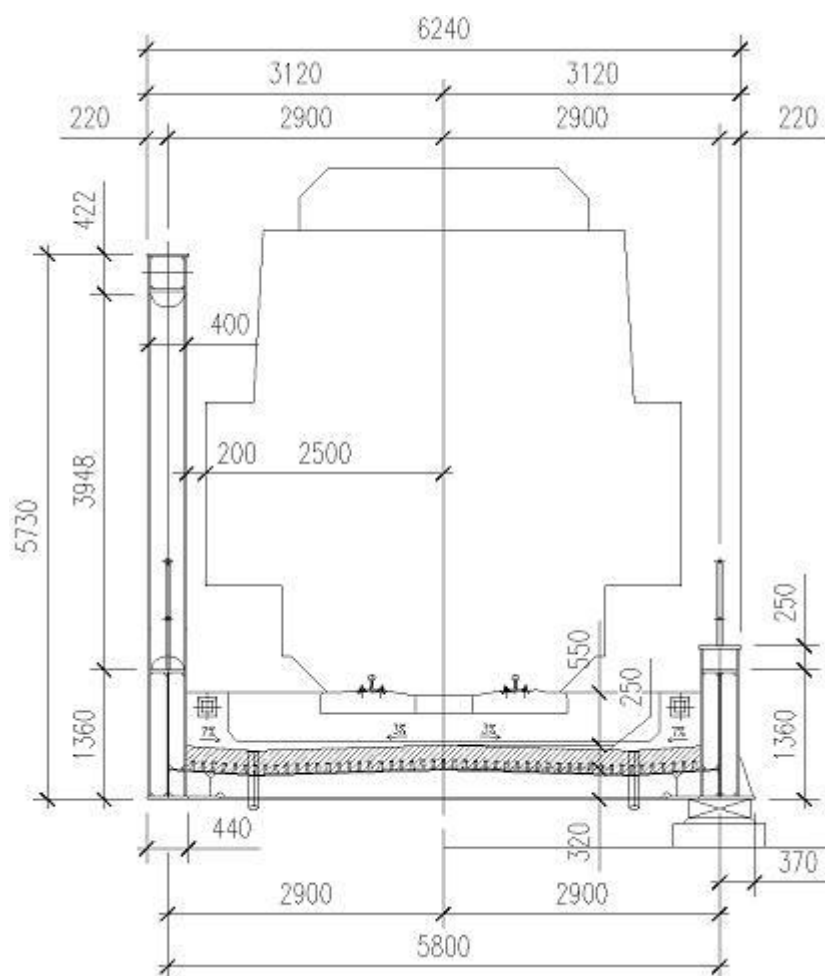
1.3.2 LOŽISKA

Nosná konstrukce mostu bude uložena na ocelová ložiska. Na východní straně mostu (směr Tišnov) bude konstrukce uložena na posuvná válcová ložiska a na opačné straně (směr Nové Město na Moravě) bude uložena na pevné podpory. Ložiska budou osazena na úložné prahy stávajících gravitačních opěr.

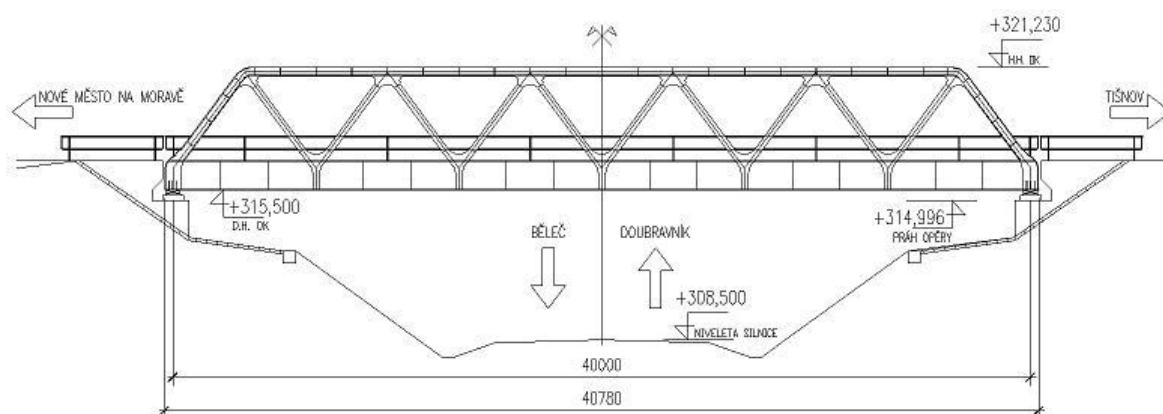
1.3.3 SPODNÍ STAVBA

Spodní stavba mostu je tvořena dvěma gravitačními opěrami. Jejich konstrukce, resp. revize, není předmětem řešení této diplomové práce.

2 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ



Obrázek 2-2: Příčný řez nosnou konstrukcí v poli (vlevo) a nad podporou (vpravo)



Obrázek 2-1: Pohled na nosnou konstrukci

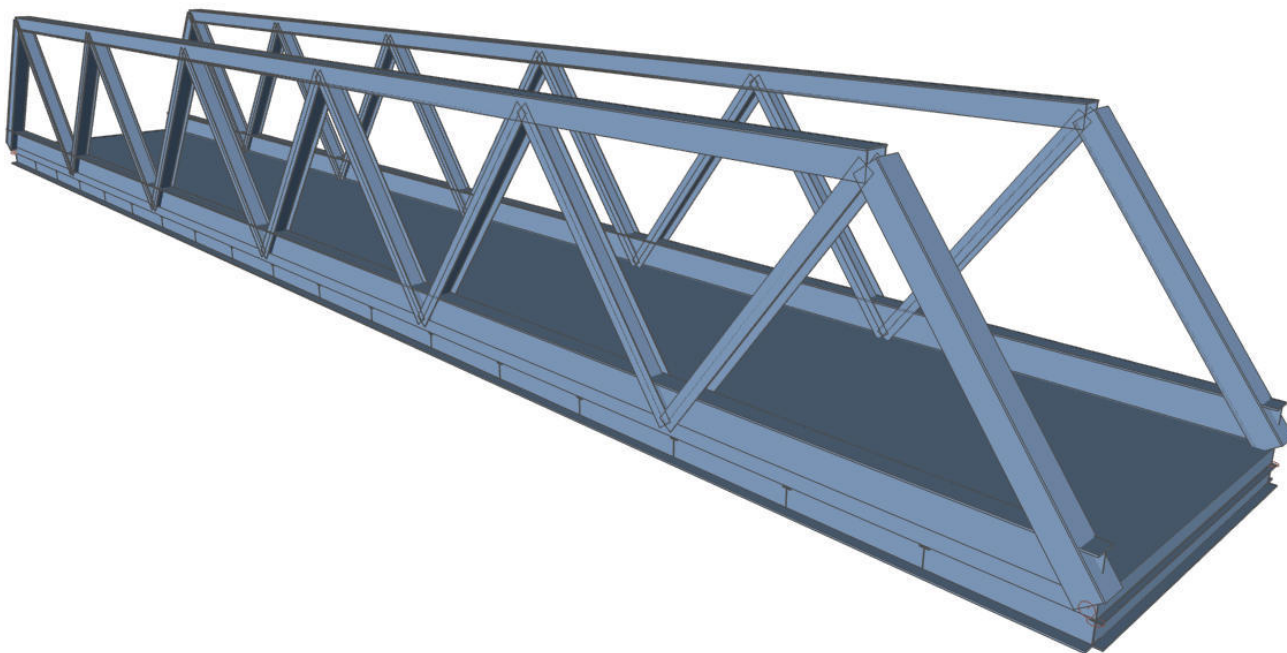
3 STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

3.1 VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočtový model byl vytvořený v software SCIA Engineer společnosti Nemetschek.

3.1.1 POPIS VÝPOČTOVÉHO MODELU

Pro vyšetření globálních účinků zatížení na nosnou konstrukci byl vytvořen prostorový model (*obr. 3-1*), který zohledňuje relevantní geometrické a materiálové charakteristiky konstrukce. Hlavní příhradové nosníky a příčníky jsou modelovány jako 1D pruty. Železobetonová mostovka byla modelována pouze jako zatížení konstrukce. Posouzení spřaženého průřezu příčníku bylo provedeno manuálně a je součástí statického výpočtu.



Obrázek 3-1: Výpočetní model nosné konstrukce vytvořený v software SCIA Engineering.

Hlavní nosníky mají tvar jednosměrné příhradové soustavy. Osová vzdálenost pásů hlavního nosníku je 4500 mm. Přípoje výplňových prutů k pásům příhrady jsou modelovány jako kloubové. Průřezy jednotlivých prutů příhradové soustavy jsou popsány podrobně v kapitole 1.3.1.

3.1.2 MATERIÁL KONSTRUKCE

Pro nosnou konstrukci je použita ocel třídy S355 J2. Objemová hmotnost oceli je pro výpočet zvýšena o 2 % kvůli přídavku na svary, tedy ze standardních 7850 kg.m^{-3} na 8007 kg.m^{-3} .

Materiál	Typ	Objemová hmotnost [kg.m^{-3}]	ν [-]	E [MPa]	G [MPa]
Ocel	S355 J2	8007	0,30	210 000	81000
Beton	C30/70	2500	0,19	32 000	13440

Tabulka 3-1: Materiál nosné konstrukce

3.2 ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

3.2.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

3.2.1.1 Vlastní tíha ocelové konstrukce

Vlastní tíha OK je automaticky generována softwarem s danou, pro výpočet zvýšenou, objemovou hmotností oceli 8007 kg.m^{-3} . Tíha ocelobetonové mostovky je generována pro zatížení příčníků ve fázi výstavby s objemovou hmotností 2500 kg.m^{-3} .

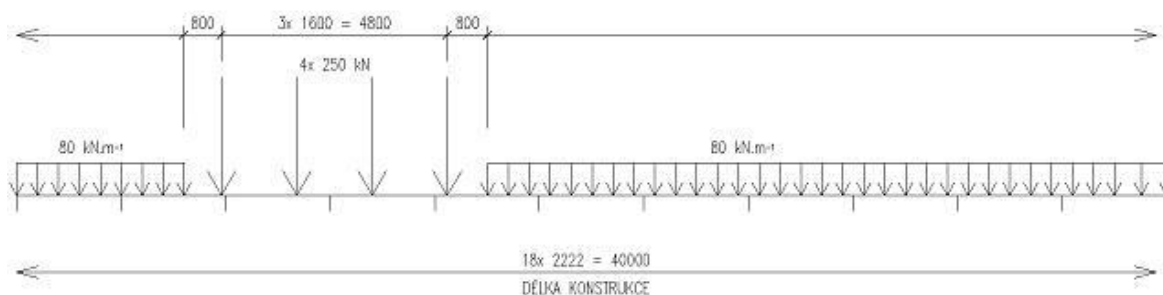
3.2.1.2 Ostatní stálé zatížení

- železniční svršek (kolejnice, pražce, upevňovací) $1,60 \text{ kN.m}^{-2}$
- šterkové kolejové lože výšky 0,55 m $11,00 \text{ kN.m}^{-2}$

3.2.2 ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

3.2.2.1 Svislé účinky železniční dopravy

Zatěžovací model LM 71 dle ČSN EN 1991-2



Obrázek 3-2: Zatěžovací soustava vlaku model 71

$$q_{vk} = 80 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Vliv možné excentricity výslednice zatížení vůči ose koleje e :

$$\frac{q_{v1}}{q_{v2}} + \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = 1,25$$

Tedy platí:

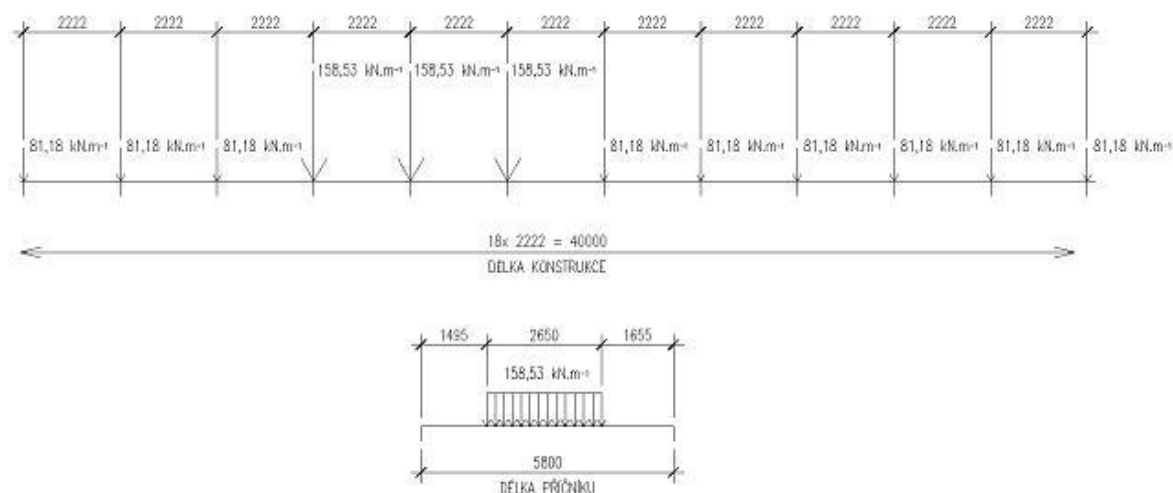
$$Q_{v1} = 138,88 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 111,11 \text{ kN}$$

$$q_{v1} = 44,44 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$q_{v2} = 35,56 \text{ kN.m}^{-1}$$

Svislé zatížení od modelu 71 se roznáší na mostovku podle polohy zatěžovacího modelu na konstrukci jako spojitě plošné zatížení. Roznos pod pražcem má sklon 4:1. Při výšce šterkového lože 0,55 m je zatěžovací šířka v příčném směru 2650 mm. Zatížení je v příčném směru posunuto o vypočtenou excentricitu výslednice sil.



Obrázek 3-3: Model zatěžovacího vlaku 71. Roznos zatížení na jednotlivé kolejnice s vlivem excentricity.

Hodnota součinitele klasifikovaného zatížení $\alpha = 1,21$. Dynamické účinky na konstrukci jsou vyjádřeny součinitelem Φ_3 , který je pro každou část konstrukce řešen v kap. 3.2.2.4. Rozmístění modelu zatížení 71 na konstrukci bylo provedeno na základě příčinkových čar pro daný konstrukční prvek v konstrukci.

3.2.2.2 Boční ráz

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$

V místě temene kolejnice. Roznos zatížení na dva nejbližší příčníky. Zatížení se uvažuje vždy v nejnepríznivější poloze. Pro přenásobení hodnot součinitelem α platí stejné podmínky jako pro svislé zatížení modelem 71.

3.2.2.3 Brzdné a rozjezdové síly

- brzdné síly pro model zatížení 71:
 $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN} \times L_{ab} = 20 \times 40,0 = 800 \text{ kN} \leq 6000 \text{ kN}$
- rozjezdové síly pro model zatížení 71:
 $Q_{la,k} = 33 \text{ kN} \times L_{ab} = 33 \times 40,0 = 1320 \text{ kN} > 1000 \text{ kN} \Rightarrow Q_{la,k} = 1000 \text{ kN}$

Rozhodující je rozjezdová síla. Zatížení je uvažováno jako spojitě vodorovné na zatěžovací šířku 2650 mm na příčníky v obou směrech. Pro přenásobení hodnot součinitelem α platí stejné podmínky jako pro svislé zatížení modelem 71.

3.2.2.4 Dynamické účinky zatížení od železniční dopravy

Dynamické účinky zohledňujeme ve svislém zatížení od modelu 71 součinitelem Φ_3 (pro standardně udržovanou trať) určeným podle ČSN EN 1991-2:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 \in < 1; 2 >$$

Prvek	Náhradní délka L_Φ	Dynamický součinitel Φ_3
Hlavní nosník	$L = 40,00 \text{ m}$	1,08
Vnitřní příčník	$L = 2 \times a = 2 \times 5,80 = 11,60 \text{ m}$	1,40
Krajní příčník	$L = 5,80 \text{ m}$	2,00
Ložiska	$L = 40,00 \text{ m}$	1,08

Tabulka 3-2: Hodnoty dynamického součinitele zatížení od železniční dopravy pro jednotlivé prvky nosné konstrukce

3.2.3 ZATÍŽENÍ VĚTREM

Zatížení větrem uvažujeme ve směru kolmém k podélné ose mostu i ve směru rovnoběžném s podélnou osou mostu. Zatížení je počítáno zvlášť pro příhradu (horní pás a diagonály) a zvlášť pro trám (dolní pás) podle ČSN EN 1991-4.

Území okresu Brno-venkov: větrná oblast II

Výchozí základní rychlost větru: $v_{b,0} = 27,5 \text{ m.s}^{-1}$ omezena na 25 m.s^{-1} (viz ČSN EN 1990- 2, A2.2.1, A2.2.4)

Součinitel směru: $C_{dir} = 1,0$

Součinitel ročního období: $C_{season} = 1,0$

Základní rychlost větru:

$$v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,0 \times 1,0 \times 25 = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

Měrná hmotnost vzduchu: $\rho = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$

Základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 = 0,391 \text{ kN.m}^{-2}$$

3.2.3.1 Zatížení větrem kolmo k podélné ose mostu na trám mostu

Výška konstrukce mostu nad terénem: $z = 7 \text{ m}$

Součinitel orografie: $C_o = 1,0$

Parametr drsnosti terénu: $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Parametr kategorie terénu: $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$C_r(7) = k_r \times \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,215 \times \ln \left(\frac{7}{0,3} \right) = 0,678$$

Součinitel orografie:

$$C_0(7) = 1,0$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$v_m(7) = C_r(7) \times C_0(7) \times v_b = 0,678 \times 1,0 \times 25 = 16,95 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Maximální dynamický tlak:

$$\begin{aligned} q_p(7) &= [1 + 7 \times I_v(7)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m^2(z) = [1 + 7 \times 0,32] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 16,95^2 \\ &= 0,58 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \end{aligned}$$

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{6,0}{1,3} = 4,62 \rightarrow c_{f,x} = C_{f,0} = 1,11 \text{ (obr. 8.3 normy)}$$

$$A_{ref,x} = 1,3 \text{ m}^2$$

$$c_e = \frac{q_{p(z)}}{q_b} = \frac{0,58}{0,391} = 1,49$$

$$c = c_e \times c_{f,x} = 1,49 \times 1,11 = 1,65$$

Tlak větru na trám konstrukce:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times c \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 1,65 \times 1,3 = 0,84 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.3.2 Zatížení větrem kolmo k podélné ose mostu na příhradu

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$c_{f,x} = C_{f,0} \times \psi_\lambda = 1,65 \times 0,97 = 1,60$$

$$\phi = \frac{A_{ref}}{A_c} = \frac{940234}{4921252} = 0,191 \rightarrow c_{f,0} = 1,65 \text{ (obr. 7.33 normy)}$$

$$c = c_e \times c_{f,x} = 1,49 \times 1,60 = 2,38$$

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times c \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 2,38 \times 0,94 = 0,87 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.3.3 Zatížení větrem na vlak kolmo k podélné ose mostu

Zatížení vlaku větrem se do konstrukce přenáší v místě temene kolejnice. Vzniká tedy příčná síla působící v těžišti příčniců a ohybový moment na rameni <vzdálenost osy příčnicu-temeno kolejnice>.

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 3,06 = 1,20 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$M_{w,k} = F_{w,k} \times \frac{h_{vlak} + \frac{h_{trám}}{2}}{2} = 1,20 \times \frac{4 + \frac{1,3}{2}}{2} = 2,79 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.3.4 Zatížení větrem rovnoběžně s podélnou osou mostu

Zatížení ve směru podélné osy mostu uvažují zjednodušeně jako 50% násobek zatížení kolmo k podélné ose mostu. Zatěžují pouze dílce příhradového hlavního nosníku.

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k,x} = 0,50 \times \rho F_{w,k,y} = 0,50 \times 0,87 = 0,44 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.4 ZATÍŽENÍ TEPLOTOU

Ocelová konstrukce není náchylná na nerovnoměrnou změnu teploty, tedy uvažují s rovnoměrnou změnou teploty. Sprážený průřez je náchylný na nerovnoměrnou změnu teploty a jako takový bude posouzen ručně v rámci statického výpočtu. Oblast Brno, typ 1, základní teplota $T_0 = 10^\circ\text{C}$

$$T_{MAX} = 40^\circ\text{C}$$

$$T_{l,MAX} = 40 + 16 = 56^\circ\text{C}$$

$$T_{MIN} = -30^\circ\text{C}$$

$$T_{l,MIN} = -30 - 3 = -33^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{l,MIN} = 10 + 33 = 43^\circ\text{C} - \text{zkrácení}$$

$$\Delta T_{N,EXP} = T_{l,MAX} - T_0 = 56 - 10 = 46^\circ\text{C} - \text{prodloužení}$$

Zatížení teplotou se projeví podélnou deformací (posunem) konstrukce a bude využito k návrhu ložisek.

3.3 VNITŘNÍ SÍLY

Výpočet vnitřních sil proběhl v software SCIA Engineer na výpočtovém modelu podrobně popsáném v kapitole 3.1 a zatíženém hodnotami zatížení uvedenými v kapitole 3.2.

3.3.1 KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL

Kombinace vnitřních sil, resp. zatěžovacích stavů jsou provedeny v souladu s ČSN EN 1991-2.

3.3.1.1 Kombinace stálých zatížení „G“

Součinitel zatížení pro vlastní tíhu ocelové konstrukce a ostatní stálé zatížení $\gamma_G = 1,35$ (příp. 1,00)

3.3.1.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy „Q“

Podle ČSN EN 1991-2, tab. 6.11.

Součinitel zatížení pro pohyblivé zatížení od železniční dopravy $\gamma_Q = 1,45$

3.3.1.3 Ostatní proměnná zatížení „F“ a zatížení větrem „W“

Součinitel zatížení pro proměnné zatížení $\gamma_F = \gamma_W = 1,50$

3.3.1.4 Kombinace s ostatními zatíženími

Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990, rovnice 6.10. Při kombinaci zatížení platí, že primární proměnné zatížení je zatížení od železniční dopravy. Tudíž platí pro Mezní Stav Únosnosti následující:

$$X_{Ed} = \gamma_G \times G + \gamma_Q \times Q + \gamma_W \times \psi_W \times W + \gamma_F \times \psi_F \times F$$

Pro Mezní Stav Použitelnosti potom platí:

$$X_{Ek} = G + Q + \psi_W \times W + \psi_F \times F$$

Výsledné vnitřní síly, napětí a deformace jsou použity u jednotlivých posudků ve strojovém výpočtu. Pro výpočet spřaženého průřezu příčnicku s mostovkou jsou generovány vnitřní síly a napětí v průřezu.

4 STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

Na nadcházejících stranách následuje report statického výpočtu konstrukce provedeného pomocí programu Scia Engineer 2015.1.



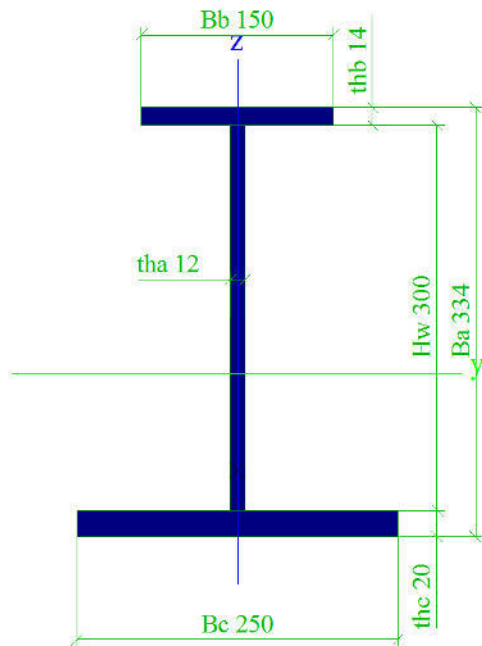
1. Obsah

1. Obsah	12
2. Průřezy	12
3. Materiály	18
4. Zatěžovací stavy	18
5. Skupiny zatížení	19
6. Kombinace	19
7. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady	21
8. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady	25
9. Posudek MSÚ: Koncová diagonála	28
10. Posudek MSÚ: Vnitřní diagonála	31
11. Posudek MSÚ: Příčník ve fázi výstavby	36
12. Vnitřní síly na prutu: Vnitřní příčník	40
13. Vnitřní síly na prutu: Koncový příčník	41
14. Napětí v ocelové části spráženého příčníku ve fázi výstavby	41
15. Posudek MSP: Celkový průhyb konstrukce	42
16. Vlastní frekvence	42
17. Výkaz materiálu	44

2. Průřezy

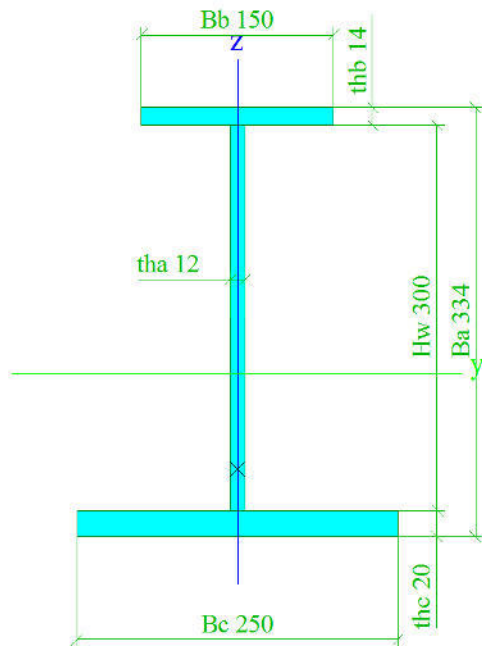
CS1_krajni_pricnik			
Typ	Iwn		
Detailní	334; 12; 150; 14; 250; 20; 300; 0		
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)		
Výroba	svařovaný		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c	
A [m ²]	1,0700e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,0286e-03	4,0486e-03	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8629e-04	3,0022e-05	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	8,9584e-04	2,4018e-04	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,2245e-03	4,0205e-04	
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	3,4371e-07	9,8646e-07	
d _y [mm], d _z [mm]	0	-75	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	125	126	
α [deg]	0,00		
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,35e+05	4,35e+05	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,43e+05	1,43e+05	
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,4440e+00	1,4440e+00	

Obrázek



CS2 vnitřní pronic		
Typ	Iwn	
Detailní	334; 12; 150; 14; 250; 20; 300; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	1,0700e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,0437e-03	3,9308e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8629e-04	3,0022e-05
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	8,9584e-04	2,4018e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,2245e-03	4,0205e-04
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	3,4335e-07	9,1381e-07
d _y [mm], d _z [mm]	0	-74
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	125	126
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,35e+05	4,35e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,43e+05	1,43e+05
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,4440e+00	1,4440e+00

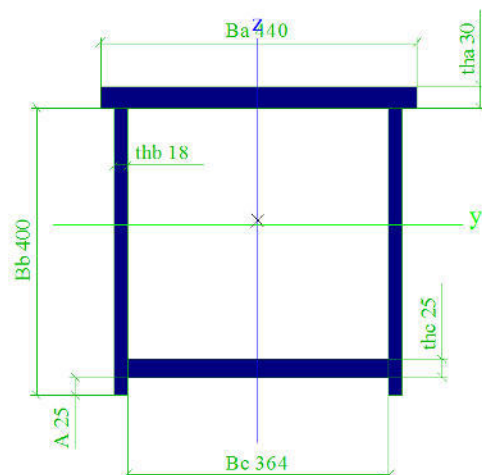
Obrázek



CS4 horní pas

Typ	Stěna komory	
Detailní	440; 30; 400; 18; 364; 25; 25	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m ²]	3,6700e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,1021e-02	1,4444e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,9359e-04	8,3915e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,1917e-03	3,8143e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5,6400e-03	5,0305e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	7,2410e-07	1,1828e-03
d _y [mm], d _z [mm]	0	7
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	220	237
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,00e+06	2,00e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,79e+06	1,79e+06
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7900e+00	3,2180e+00

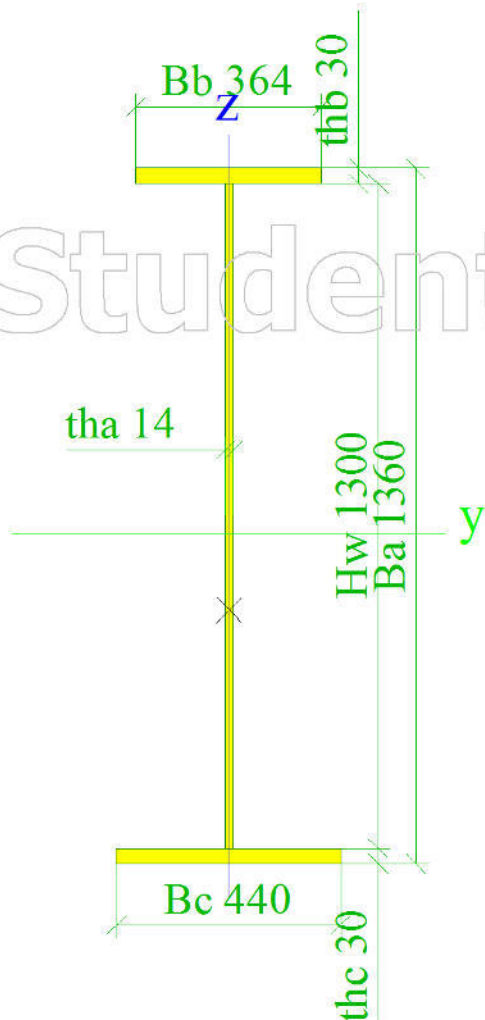
Obrázek



CS5_dolní_pas

Typ	Iwn	
Detailní	1360; 14; 364; 30; 440; 30; 1300; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	4,2320e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2750e-02	1,8919e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,3177e-02	3,3383e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,8408e-02	1,5174e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,1862e-02	2,5094e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	1,3618e-04	8,4525e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	-149
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	220	644
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	7,76e+06	7,76e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	8,91e+05	8,91e+05
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3000e+00	4,3000e+00

Obrázek



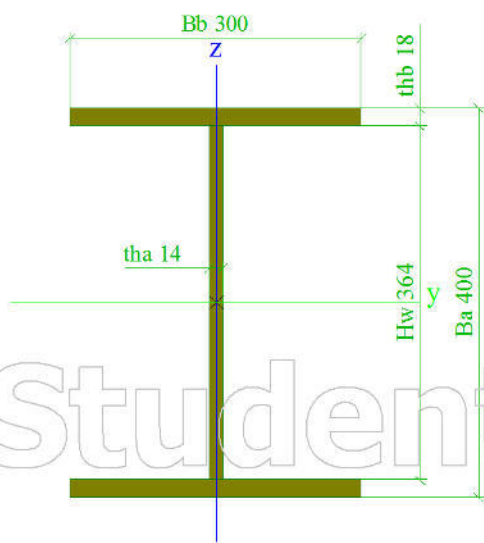
CS6_diagonala_vnitřní

Typ	Iw	
Detailní	400; 14; 300; 18; 364; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	



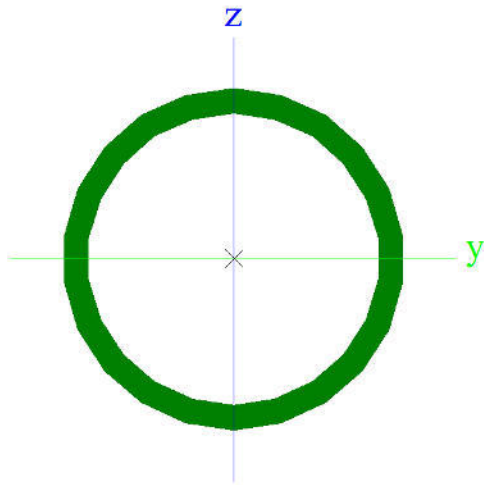
Výroba Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	svařovaný	
	b	c
A [m ²]	1,5896e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	9,8492e-03	5,5903e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,5055e-04	8,1083e-05
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,2528e-03	5,4055e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,5265e-03	8,2784e-04
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,9550e-06	1,5158e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	150	200
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	8,97e+05	8,97e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,94e+05	2,94e+05
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,9720e+00	1,9720e+00

Obrázek



CS7_nahradni_ztuzidlo		
Typ	CFCHS139.7X10	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	tvářený za studena	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	
A [m ²]	4,0750e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,5940e-03	2,5940e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,6189e-06	8,6189e-06
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2339e-04	1,2339e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,6855e-04	1,6855e-04
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	8,5221e-42	1,7238e-05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	70	70
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,98e+04	5,98e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,98e+04	5,98e+04
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3900e-01	8,1489e-01

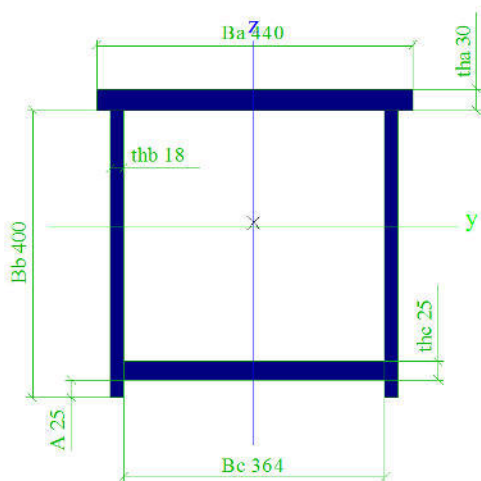
Obrázek



CS8_diagonala_krajni

Typ	Stěna komory	
Detailní	440; 30; 400; 18; 364; 25; 25	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m ²]	3,6700e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,1021e-02	1,4444e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,9359e-04	8,3915e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,1917e-03	3,8143e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5,6400e-03	5,0305e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	7,2410e-07	1,1828e-03
d _y [mm], d _z [mm]	0	7
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	220	237
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,00e+06	2,00e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,79e+06	1,79e+06
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7900e+00	3,2180e+00

Obrázek



3. Materiály

Ocel EC3

Jméno	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa] G_{mod} [MPa]	μ α [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]
S 355 J2 (EN 10025-2)	8007,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0 3 16 40 63 80 100 150 200 250	3 16 40 63 80 100 150 200 250 400	355,0 355,0 345,0 335,0 325,0 315,0 295,0 285,0 275,0 265,0	510,0 470,0 470,0 470,0 470,0 470,0 450,0 450,0 450,0 450,0

4. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav	Absence
	Spec	Typ zatížení					
LC01	vlastni_tiha	Stálé Vlastní tíha	Stale	-Z			Žádný
LC02	zb_deska	Stálé Standard	Stale				Žádný
LC03	ostatni stale	Stálé Standard	Stale				Žádný
LC04	bocni raz +y Standard	Proměnné Statické	Bocni raz		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC05	bocni raz -y Standard	Proměnné Statické	Bocni raz		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC06	rozjezdova sila +x Standard	Proměnné Statické	Brzdna sila		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC07	rozjezdova sila -x Standard	Proměnné Statické	Brzdna sila		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC08	teplota + Teplota	Proměnné Statické	Teplota			Žádný	Žádný
LC09	teplota - Teplota	Proměnné Statické	Teplota			Žádný	Žádný
LC10	vitr +y Standard	Proměnné Statické	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC11	vitr -y Standard	Proměnné Statické	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC12	vitr vlak +y Standard	Proměnné Statické	Vitr vlak		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC13	vitr vlak -y Standard	Proměnné Statické	Vitr vlak		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC14	vitr +x Standard	Proměnné Statické	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC15	vitr -x Standard	Proměnné Statické	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC16	Model 71 - pas Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC17	Model 71 - diagonala krajni Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC18	Model 71 - diagonala vnitri Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC19	Model 71 - pricnik krajni Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC20	Model 71 - pricnik vnitri Standard	Proměnné Statické	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný

5. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Stále	Stálé		
Bocní raz	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN
Brzdna síla	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN
Teplota	Proměnné	Výběrová	Teplota
Vítr	Proměnné	Výběrová	Vítr
Vítr vlak	Proměnné	Výběrová	Vítr
Model 71	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN

6. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO01	MSU - Pasy	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC01 - vlastní tíha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatní stave	1,00
			LC04 - bocní raz +y	1,00
			LC05 - bocní raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC07 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vítr +y	1,00
			LC11 - vítr -y	1,00
			LC12 - vítr vlak +y	1,00
			LC13 - vítr vlak -y	1,00
			LC14 - vítr +x	1,00
			LC15 - vítr -x	1,00
			LC16 - Model 71 - pas	1,05
CO02	MSU - Diagonála krajní	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC01 - vlastní tíha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatní stave	1,00
			LC04 - bocní raz +y	1,00
			LC05 - bocní raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC07 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vítr +y	1,00
			LC11 - vítr -y	1,00
			LC12 - vítr vlak +y	1,00
			LC13 - vítr vlak -y	1,00
			LC14 - vítr +x	1,00
			LC15 - vítr -x	1,00
			LC17 - Model 71 - diagonála krajní	1,05
CO03	MSU - Diagonála vnitřní	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC01 - vlastní tíha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatní stave	1,00
			LC04 - bocní raz +y	1,00
			LC05 - bocní raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC07 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vítr +y	1,00
			LC11 - vítr -y	1,00
			LC12 - vítr vlak +y	1,00
			LC13 - vítr vlak -y	1,00
			LC14 - vítr +x	1,00
			LC15 - vítr -x	1,00
			LC18 - Model 71 - diagonála vnitřní	1,05



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO04	MSU - Pricnik krajni	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC01 - vlastni_tiha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatni stale	1,00
			LC04 - bocni raz +y	1,00
			LC05 - bocni raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC07 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vitr +y	1,00
			LC11 - vitr -y	1,00
			LC12 - vitr vlak +y	1,00
			LC13 - vitr vlak -y	1,00
			LC14 - vitr +x	1,00
			LC15 - vitr -x	1,00
			LC19 - Model 71 - pricnik krajni	1,94
CO05	MSU - Pricnik vnitri	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC01 - vlastni_tiha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatni stale	1,00
			LC04 - bocni raz +y	1,00
			LC05 - bocni raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC07 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vitr +y	1,00
			LC11 - vitr -y	1,00
			LC12 - vitr vlak +y	1,00
			LC13 - vitr vlak -y	1,00
			LC14 - vitr +x	1,00
			LC15 - vitr -x	1,00
			LC20 - Model 71 - pricnik vnitri	1,38
CO06	MSU - Pricnik - faze vystavby	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC01 - vlastni_tiha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
CO07	MSP - Pasy	EN-MSP charakteristická	LC01 - vlastni_tiha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatni stale	1,00
			LC04 - bocni raz +y	1,00
			LC05 - bocni raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC07 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vitr +y	1,00
			LC11 - vitr -y	1,00
			LC12 - vitr vlak +y	1,00
			LC13 - vitr vlak -y	1,00
			LC14 - vitr +x	1,00
			LC15 - vitr -x	1,00
			LC16 - Model 71 - pas	1,08
CO08	MSP - Diagonala krajni	EN-MSP charakteristická	LC01 - vlastni_tiha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatni stale	1,00
			LC04 - bocni raz +y	1,00
			LC05 - bocni raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC07 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vitr +y	1,00
			LC11 - vitr -y	1,00



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			LC12 - vítr vlak +y	1,00
			LC13 - vítr vlak -y	1,00
			LC14 - vítr +x	1,00
			LC15 - vítr -x	1,00
			LC17 - Model 71 - diagonala krajní	1,08
CO09	MSP - Diagonala vnitřní	EN-MSP charakteristická	LC01 - vlastní tíha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatní stave	1,00
			LC04 - bocni raz +y	1,00
			LC05 - bocni raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC07 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vítr +y	1,00
			LC11 - vítr -y	1,00
			LC12 - vítr vlak +y	1,00
			LC13 - vítr vlak -y	1,00
			LC14 - vítr +x	1,00
			LC15 - vítr -x	1,00
			LC18 - Model 71 - diagonala vnitřní	1,08
CO10	MSP - Průnik krajní	EN-MSP charakteristická	LC01 - vlastní tíha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatní stave	1,00
			LC04 - bocni raz +y	1,00
			LC05 - bocni raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC07 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vítr +y	1,00
			LC11 - vítr -y	1,00
			LC12 - vítr vlak +y	1,00
			LC13 - vítr vlak -y	1,00
			LC14 - vítr +x	1,00
			LC15 - vítr -x	1,00
			LC19 - Model 71 - průnik krajní	2,00
CO11	MSP - Průnik vnitřní - fáze koncová	EN-MSP charakteristická	LC01 - vlastní tíha	1,00
			LC02 - zb_deska	1,00
			LC03 - ostatní stave	1,00
			LC04 - bocni raz +y	1,00
			LC05 - bocni raz -y	1,00
			LC06 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC07 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC08 - teplota +	1,00
			LC09 - teplota -	1,00
			LC10 - vítr +y	1,00
			LC11 - vítr -y	1,00
			LC12 - vítr vlak +y	1,00
			LC13 - vítr vlak -y	1,00
			LC14 - vítr +x	1,00
			LC15 - vítr -x	1,00
			LC20 - Model 71 - průnik vnitřní	1,42

7. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO01

Průřez : CS4_horni_pas - Stěna komory (440; 30; 400; 18; 364; 25; 25)



EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B221	33,333 m	Stěna komory (440; 30; 400; 18; 364; 25; 25)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO01/1	0,83 -
------------	----------	--	--------------------------	--------	--------

Díčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Svařované	

Varování: Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu povolena.

....POSUDEK PRŮŘEZU....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Varování: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.

Kritický posudek v místě 16.444 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-7639,01	kN
$V_{y,Ed}$	0,62	kN
$V_{z,Ed}$	0,67	kN
T_{Ed}	-0,24	kNm
$M_{y,Ed}$	118,68	kNm
$M_{z,Ed}$	-46,02	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,6700e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	13028,50	kN
Jedn. posudek	0,59	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,y,min}$	4,1917e-03	m ³
$M_{el,y,Rd}$	1488,06	kNm
Jedn. posudek	0,08	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,z,min}$	3,8143e-03	m ³
$M_{el,z,Rd}$	1354,09	kNm
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

$\tau_{xy,Ed}$	0,1	MPa
$\tau_{xy,Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

$\tau_{xz,Ed}$	0,1	MPa
$\tau_{xz,Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)



Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	4	
Sigma,N,Ed	208,1	MPa
Sigma,My,Ed	23,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	12,1	MPa
Sigma,tot,Ed	243,3	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	243,3	MPa
Jedn. posudek	0,69	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....POSUDEK STABILITY:....

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,667	6,667	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	6,667	6,667	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	46334,89	39132,88	kN
Štíhlost Lambda	40,52	44,09	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,53	0,58	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,87	0,85	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	11342,09	11053,83	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	3,6700e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	11053,83	kN
Jedn. posudek	0,69	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	6,667	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	1911671,04	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	39132,03	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,58	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,85	
Průřezová plocha A	3,6700e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	11053,79	kN
Jedn. posudek	0,69	-

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)



Parametry klopení

Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	4,1917e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	63120,47	kNm
Poměrná štíhlost $\Lambda_{rel,LT}$	0,15	
Mezní štíhlost $\Lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}

Délka klopení L	6,667	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,02	
Součinitel momentu na klopení C2	0,06	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	7	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-36	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	18	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku

Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	3,6700e-02	m ²
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	4,1917e-03	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	3,8143e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	7639,01	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	118,68	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-51,75	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	13028,50	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	1488,06	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	1354,09	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	0,87	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	0,85	
Redukční součinitel $\chi_{i,LT}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,21	
Interakční součinitel k_{yz}	1,24	
Interakční součinitel k_{zy}	1,19	
Interakční součinitel k_{zz}	1,22	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B221 pozice 16,444 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B221 pozice 13,333 m.

Parametry interakční metody 1

Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	46334,89	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	39132,88	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	1911671,04	kN
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	4,1917e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	9,9359e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	8,3915e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	1,1828e-03	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,y,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	118,68	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-3,1	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{m,y,0}$	1,03	
Metoda pro součinitel ekvivalentního	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	

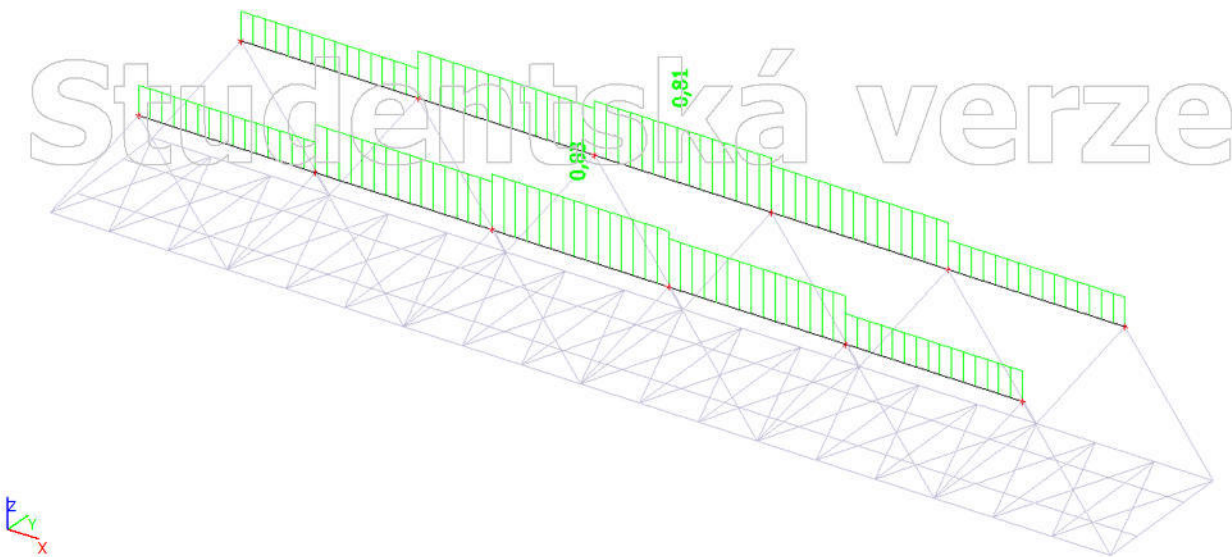
Parametry interakční metody 1

momentu $C_{mz,0}$		
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-51,75	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	1,5	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	1,02	
Součinitel $\mu_{y,z}$	0,98	
Součinitel $\mu_{y,z}$	0,96	
Součinitel $\epsilon_{y,z}$	0,14	
Součinitel a_{LT}	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	61861,26	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,16	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,19	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,03	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	1,02	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,67 + 0,10 + 0,05 = 0,82$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,69 + 0,10 + 0,05 = 0,83$ -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



8. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO01

Průřez : CS5_dolní_pas - Iwn (1360; 14; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B458	40,000 m	Iwn (1360; 14; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO01/2	0,82 -
------------	----------	---	-----------------------	--------	--------

Dílič souč. spolehlivosti

Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00



Díličí souč. spolehlivosti

Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25
---------------------------------------	------

Materiál

Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 17.778 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	7771,24	kN
$V_{y,Ed}$	-30,67	kN
$V_{z,Ed}$	44,90	kN
T_{Ed}	2,34	kNm
$M_{y,Ed}$	1894,07	kNm
$M_{z,Ed}$	-32,58	kNm

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	4,2320e-02	m ²
$N_{pl,Rd}$	14600,40	kN
$N_{u,Rd}$	14321,09	kN
$N_{t,Rd}$	14321,09	kN
Jedn. posudek	0,54	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	2,1862e-02	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	7542,38	kNm
Jedn. posudek	0,25	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	2,5094e-03	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	865,75	kNm
Jedn. posudek	0,04	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,4120e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	4804,36	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,1840e-02	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	4350,22	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

$\tau_{u,t,Ed}$	8,3	MPa
$\tau_{u,Rd}$	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,04	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

$N_{pl,Rd}$	14600,40	kN
$M_{pl,y,Rd}$	7542,38	kNm
$M_{pl,z,Rd}$	865,75	kNm



Jednotkový posudek (6.2) = $0,53 + 0,25 + 0,04 = 0,82$ -

Poznámka: Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	1,8408e-02	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	70807,78	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,30	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	2,222	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,03	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	-149	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	350	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	-175	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tahu

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla N_{Ed}	7771,24	kN
Návrhový ohybový moment $M_{y,Ed}$	1894,07	kNm
Návrhový ohybový moment $M_{z,Ed}$	-32,58	kNm
Tahová únosnost $N_{t,Rd}$	14321,09	kN
Pevnost za ohybu $M_{b,y,Rd}$	6350,85	kNm
Pevnost za ohybu $M_{c,z,Rd,com}$	865,75	kNm

Jednotkový posudek = $0,30 + 0,04 - 0,54 = 0,21$ -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	40,000	m
Stojina	nevztužený	
Koncový pilíř	netuhý	
Výška stojiny h_w	1300	mm
Tloušťka stojiny t	14	mm
Mez kluzu f_{yw}	355,0	MPa
Šířka pásnice b_f	364	mm
Tloušťka pásnice t_f	30	mm
Mez kluzu f_{yf}	345,0	MPa
Materiálový součinitel epsilon	0,81	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

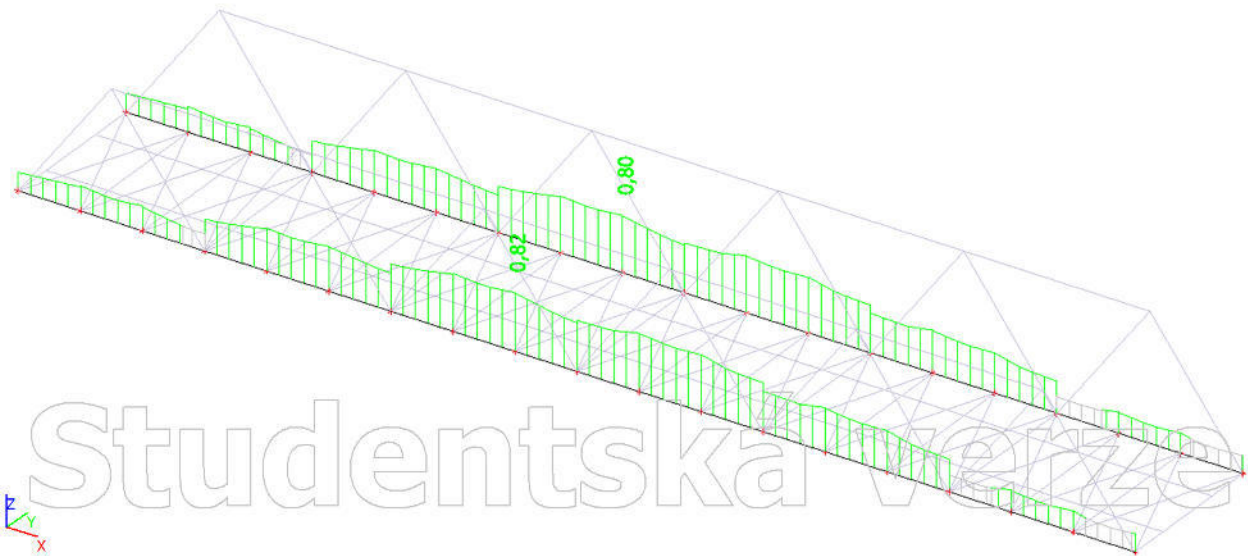
Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny h_w/t	92,86	
Limit štíhlosti stojiny	48,82	
Štíhlost desky $\lambda_{b,w}$	1,32	
Redukční součinitel $\chi_{b,w}$	0,63	
Příspěvek stojiny $V_{bw,Rd}$	2343,88	kN

Ověření ztráty stability od smyku		
Únosnost pásnice M_f, R_d	331,27	kNm
Součinitel pásnice c	0,000	m
Příspěvek pásnice V_{bf}, R_d	0,00	kN
Maximální únosnost $V_{b,Rd,limit}$	4476,31	kN
Únosnost $V_{b,Rd}$	2343,88	kN
Plastická únosnost M_{pl}, R_d	3527,86	kNm
Poměr smyku $\eta_{3,bar}$	0,02	

Jednotkový posudek (5.10) = 0,02 -

Poznámka: Interakce mezi ohybem a ztrátou stability v důsledku smyku nemusí být ověřena, protože poměr smyku nepřesahuje hodnotu 0,5.

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



9. Posudek MSÚ: Koncová diagonála

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO02

Průřez : CS8_diagonala_krajni - Stěna komory (440; 30; 400; 18; 364; 25; 25)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B566	5,600 m	Stěna komory (440; 30; 400; 18; 364; 25; 25)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO02/3	0,46 -
------------	---------	--	--------------------------	--------	--------

Dílicí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Svařované	

Varování: Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu povolena.

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Varování: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.



Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-3553,15	kN
Vy,Ed	-37,97	kN
Vz,Ed	5,52	kN
T,Ed	20,55	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	196,55	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	3,6700e-02	m ²
Nc,Rd	13028,50	kN
Jedn. posudek	0,27	-

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

Wel,z,min	3,8143e-03	m ³
Mel,z,Rd	1354,09	kNm
Jedn. posudek	0,15	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vy,Ed	3,8	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

Tau,Vz,Ed	0,4	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	4,1	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	1	
Sigma,N,Ed	96,8	MPa
Sigma,My,Ed	0,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	51,5	MPa
Sigma,tot,Ed	148,3	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	148,3	MPa
Jedn. posudek	0,42	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....



Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,600	5,600	m
Součinitel vzpěru k	1,00	0,89	
Vzpěrná délka L _{cr}	5,600	4,994	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	65665,04	69735,80	kN
Štíhlost Lambda	34,03	33,03	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	0,45	0,43	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,91	0,91	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	11825,02	11896,01	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha A	3,6700e-02	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	11825,02	kN
Jedn. posudek	0,30	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr L _{cr}	5,600	m
Pružné kritické zatížení N _{cr,T}	1911952,84	kN
Pružné kritické zatížení N _{cr,TF}	65665,04	kN
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,T}	0,45	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,91	
Průřezová plocha A	3,6700e-02	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	11825,02	kN
Jedn. posudek	0,30	-

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	3,6700e-02	m ²
Pružný modul průřezu W _{el,y}	4,1917e-03	m ³
Pružný modul průřezu W _{el,z}	3,8143e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N _{Ed}	3553,15	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{y,Ed}	7,72	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{z,Ed}	196,55	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N _{Rk}	13028,50	kN
Charakteristická momentová únosnost M _{y,Rk}	1488,06	kNm
Charakteristická momentová únosnost M _{z,Rk}	1354,09	kNm
Redukční součinitel Chi _y	0,91	
Redukční součinitel Chi _z	0,91	
Redukční součinitel Chi _{LT}	1,00	
Interakční součinitel k _{yy}	1,05	
Interakční součinitel k _{yz}	1,03	
Interakční součinitel k _{zy}	1,05	
Interakční součinitel k _{zz}	1,03	

Maximální moment M_{y,Ed} je odvozen z nosníku B566 pozice 2,800 m.

Maximální moment M_{z,Ed} je odvozen z nosníku B566 pozice 0,000 m.

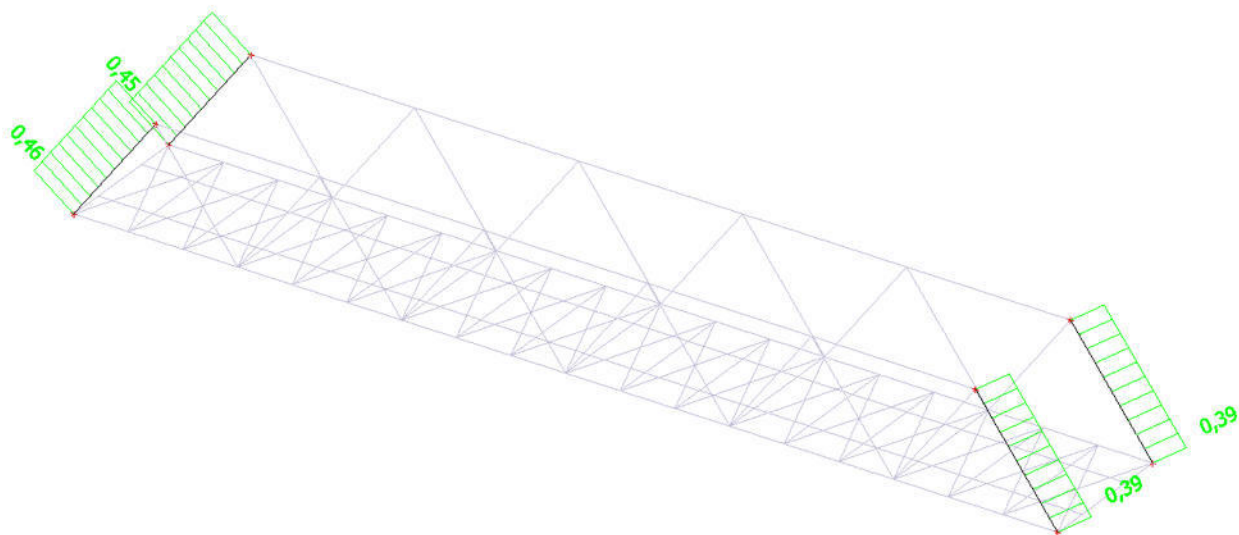
Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr,y}	65665,04	kN
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr,z}	69735,80	kN
Pružné kritické zatížení N _{cr,T}	1911952,84	kN
Pružný modul průřezu W _{el,y}	4,1917e-03	m ³

Parametry interakční metody 1		
Moment setrvačnosti I_y	9,9359e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	8,3915e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	1,1828e-03	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 4 (liniové zatížení)	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,00	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	196,55	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	-2,1	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	0,98	
Součinitel $\mu_{y,z}$	0,99	
Součinitel $\mu_{y,z}$	1,00	
Součinitel $\epsilon_{y,z}$	0,02	
Součinitel a_{LT}	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	72284,55	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,14	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,98	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,30 + 0,01 + 0,15 = 0,46$

Jednotkový posudek (6.62) = $0,30 + 0,01 + 0,15 = 0,46$

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



10. Posudek MSÚ: Vnitřní diagonála

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO03

Průřez : CS6_diagonala_vnitri - Iw (400; 14; 300; 18; 364; 0)



EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B570	5,600 m	Iw (400; 14; 300; 18; 364; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO03/4	0,79 -
------------	---------	----------------------------------	--------------------------	--------	--------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	26,00
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	39,16

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	7,94
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-2076,01	kN
$V_{y,Ed}$	2,39	kN
$V_{z,Ed}$	15,46	kN
T_{Ed}	-0,01	kNm
$M_{y,Ed}$	-68,05	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,5896e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	5484,12	kN
Jedn. posudek	0,38	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	2,5265e-03	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	871,65	kNm
Jedn. posudek	0,08	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
A_v	1,0800e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	2151,21	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
-----	------	--



Av	6,1152e-03	m ²
Vpl,z,Rd	1218,06	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,Rd	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

MN,y,Rd	645,09	kNm
Jedn. posudek	0,11	-

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	26,00
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	39,16

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	7,94
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,600	5,600	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,600	5,600	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	29776,49	5358,69	kN
Štíhlost Lambda	33,26	78,41	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,43	1,01	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0,34	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,91	0,53	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	5014,32	2924,22	kN

Posudek rovinného vzpěru

Průřezová plocha A	1,5896e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	2924,22	kN
Jedn. posudek	0,71	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost



na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,5265e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	2604,06	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,58	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	5,600	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	2,00	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,03	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_a	0	mm
Konstanta monosymetrie z_j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	1,5896e-02	m ²
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,5265e-03	m ³
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	8,2784e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	2076,01	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-68,05	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	3,34	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	5484,12	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	871,65	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	285,60	kNm
Redukční součinitel χ_y	0,91	
Redukční součinitel χ_z	0,53	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,49	
Interakční součinitel k_{yz}	1,17	
Interakční součinitel k_{zy}	0,79	
Interakční součinitel k_{zz}	1,36	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B570 pozice 0,000 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B570 pozice 2,800 m.

Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	29776,49	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	5358,69	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	9499,87	kN
Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$	2,5265e-03	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	2,2528e-03	m ³
Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$	8,2784e-04	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	5,4055e-04	m ³
Moment setrvačnosti I_y	4,5055e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	8,1083e-05	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	1,5158e-06	m ⁴

Parametry interakční metody 1		
It		
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	-68,05	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	1,2	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	0,97	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 4 (liniové zatížení)	
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	1,01	
Součinitel $\mu_{y,z}$	0,99	
Součinitel $\mu_{y,z}$	0,77	
Součinitel $\epsilon_{y,z}$	0,23	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	1304,82	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,82	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,24	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	0,98	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	1,01	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,38	
Součinitel b_{LT}	0,00	
Součinitel c_{LT}	0,09	
Součinitel d_{LT}	0,00	
Součinitel e_{LT}	0,10	
Součinitel $w_{y,z}$	1,12	
Součinitel $w_{y,z}$	1,50	
Součinitel n_{pi}	0,38	
Maximální relativní štíhlost $\lambda_{rel,max}$	1,01	
Součinitel C_{yy}	0,96	
Součinitel C_{yz}	0,97	
Součinitel C_{zy}	0,74	
Součinitel C_{zz}	0,94	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,41 + 0,12 + 0,01 = 0,54$ -
 Jednotkový posudek (6.62) = $0,71 + 0,06 + 0,02 = 0,79$ -

Posudek ztráty stability od smyku

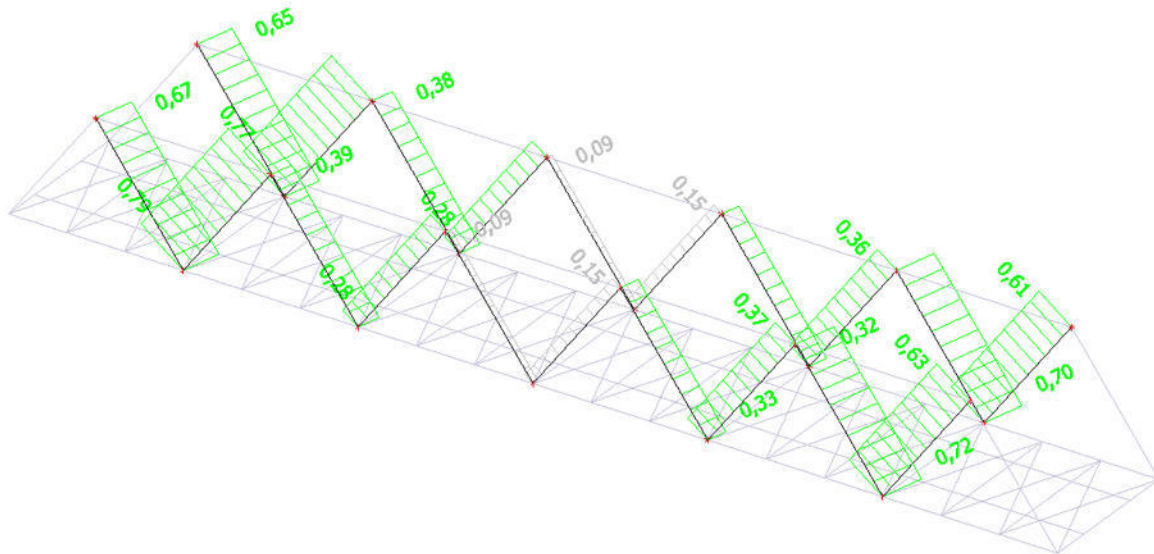
Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	5,600	m
Stojina	nevztužený	
Výška stojiny h_w	364	mm
Tloušťka stojiny t	14	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,81	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny h_w/t	26,00
Limit štíhlosti stojiny	48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



11. Posudek MSÚ: Příčník ve fázi výstavby

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Pojmenovaný výběr - Příčníky
Kombinace : CO06

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B543	5,800 m	Iwn (334; 12; 150; 14; 250; 20; 300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO06/5	0,33 -
------------	---------	---	--------------------------	--------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	25,00
Třída 1 limit	29,84
Třída 2 limit	34,36
Třída 3 limit	69,06

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	4,93
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh průřezu



Kritický posudek v místě 3.085 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-22,92	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-3,68	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	82,77	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,0700e-02	m ²
Nc,Rd	3691,50	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	1,2245e-03	m ³
Mpl,y,Rd	422,45	kNm
Jedn. posudek	0,20	-

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,z	4,0205e-04	m ³
Mpl,z,Rd	138,71	kNm
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	4,3200e-03	m ²
Vpl,z,Rd	860,48	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

Npl,Rd	3691,50	kN
Mpl,y,Rd	422,45	kNm
Mpl,z,Rd	138,71	kNm

Jednotkový posudek (6.2) = 0,01 + 0,20 + 0,00 = 0,20 -

Poznámka: Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	25,00
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	39,04

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	5,95
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37



=> vnější pásnice třída 1

=> průřez klasifikován jako třída 1 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,800	5,800	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	5,800	5,800	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	11477,80	1849,73	kN
Štíhlost Lambda	43,96	109,50	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	0,57	1,41	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr L _{cr}	5,800	m
Pružné kritické zatížení N _{cr,T}	3694,02	kN
Pružné kritické zatížení N _{cr,TF}	1592,14	kN
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,T}	1,52	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu W _{pl,y}	1,2245e-03	m ³
Pružný kritický moment M _{cr}	372,74	kNm
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,LT}	1,06	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,LT,0}	0,40	
Křivka klopení	c	
Imperfekce Alpha _{LT}	0,49	
Součinitel klopení Beta	0,75	
Redukční součinitel Chi _{LT}	0,60	
Opravný součinitel k _c	0,94	
Opravný součinitel f	0,98	
Modifikovaný redukční součinitel Chi _{LT,mod}	0,62	
Návrhová únosnost na vzpěr M _{b,Rd}	260,18	kNm
Jedn. posudek	0,32	-

Parametry M _{cr}		
Délka klopení L	5,800	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k _w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,13	
Součinitel momentu na klopení C2	0,45	
Součinitel momentu na klopení C3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d _z	-74	mm
Vzdálenost polohy zatížení z _g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta _y	206	mm
Konstanta monosymetrie z _j	-103	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Poznámka: Opravný součinitel k_c se určí podle C1.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)



Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	1,0700e-02	m ²
Plastický modul průřezu Wpl,y	1,2245e-03	m ³
Plastický modul průřezu Wpl,z	4,0205e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N,Ed	22,92	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	82,77	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	3691,50	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	422,45	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	138,71	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	
Redukční součinitel Chi,z	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	0,62	
Interakční součinitel k,yy	1,01	
Interakční součinitel k,yz	0,83	
Interakční součinitel k,zy	0,58	
Interakční součinitel k,zz	1,02	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B543 pozice 3,085 m.

Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B543 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr,y}	11477,80	kN
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr,z}	1849,73	kN
Pružné kritické zatížení N _{cr,T}	3694,02	kN
Plastický modul průřezu Wpl,y	1,2245e-03	m ³
Pružný modul průřezu Wei,y	8,9584e-04	m ³
Plastický modul průřezu Wpl,z	4,0205e-04	m ³
Pružný modul průřezu Wei,z	2,4018e-04	m ³
Moment setrvačnosti I _y	1,8629e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I _z	3,0022e-05	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I _t	9,1381e-07	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C _{my,0}	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	82,77	kNm
Maximální relativní průhyb delta,z	-7,6	mm
Součinitel ekvivalentního momentu C _{my,0}	1,00	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C _{mz,0}	Tabulka A.2 řádek 1 (lineární)	
Poměr koncových momentů Psi,z	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz,0}	1,00	
Součinitel mu,y	1,00	
Součinitel mu,z	1,00	
Součinitel epsilon,y	43,14	
Součinitel a _{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb M _{cr,0}	330,74	kNm
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,0}	1,13	
Limitní relativní štíhlost Lambda _{rel,0,lim}	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mLT}	1,00	
Součinitel b _{LT}	0,00	
Součinitel c _{LT}	0,45	

Parametry interakční metody 1		
Součinitel d_{LT}	0,00	
Součinitel e_{LT}	0,15	
Součinitel w_y	1,37	
Součinitel w_z	1,50	
Součinitel n_{pl}	0,01	
Maximální relativní štíhlost $\lambda_{rel,max}$	1,41	
Součinitel C_{yy}	1,00	
Součinitel C_{yz}	0,77	
Součinitel C_{zy}	0,99	
Součinitel C_{zz}	0,99	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,01 + 0,32 + 0,00 = 0,33$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,01 + 0,19 + 0,00 = 0,19$ -

Posudek ztráty stability od smyku

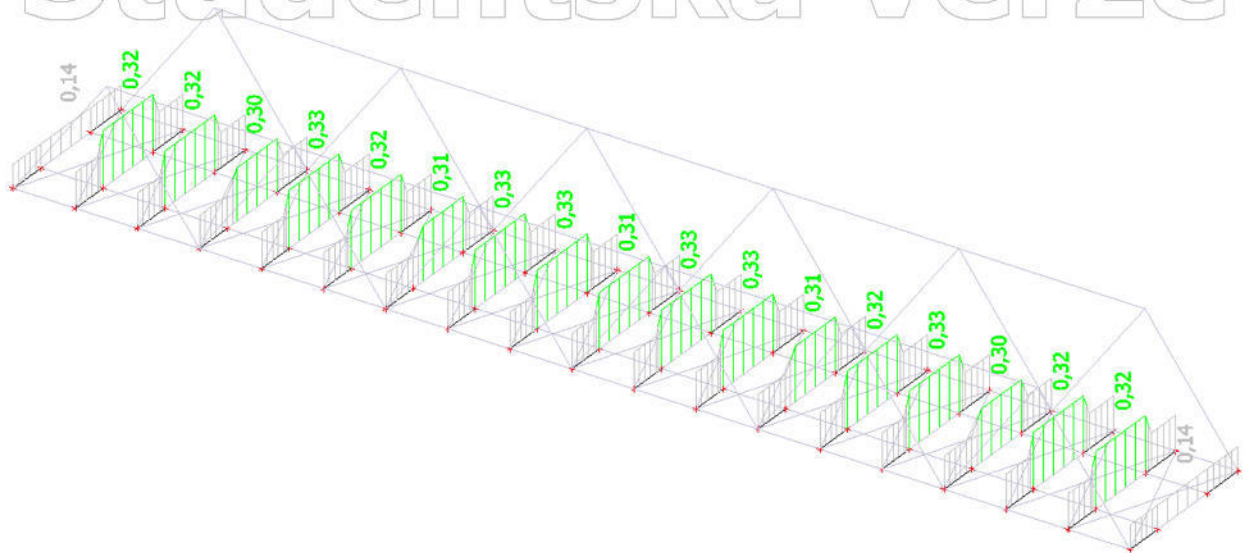
Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	5,800	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h_w	300	mm
Tloušťka stojiny t	12	mm
Materiálový součinitel epsilon	0,81	
Součinitel smykové korekce E_t	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku	
Štíhlost stojiny h_w/t	25,00
Límit štíhlosti stojiny	48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



Poznámka: Pro posouzení příčníků ve fázi výstavby byly uvažovány pouze zatěžovací stavy od vlastní tíhy ocelové konstrukce a tíhy betonované desky mostovky působící na nespřažený samostatný ocelový profil.

12. Vnitřní síly na prutu: Vnitřní příčník

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO05

Průřez : CS2_vnitřní_přicnik - Iwn (334; 12; 150; 14; 250; 20; 300; 0)

Prvek	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
B537	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	5800,000	CO05/6	-170,22	-43,17	-449,05	-186,26	-58,56
B537	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	5800,000	CO05/7	59,16	43,24	-125,58	-13,41	58,76
B519	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	0,000	CO05/8	-33,36	-67,65	314,26	-60,42	90,25
B518	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	0,000	CO05/9	-20,31	67,61	142,16	-1,15	-90,43
B537	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	5800,000	CO05/10	-28,63	-43,37	-578,95	-257,41	-59,13
B537	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	0,000	CO05/11	-17,32	-46,83	602,77	-256,94	61,97
B537	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	5800,000	CO05/12	-28,63	-43,37	-578,95	-257,41	-59,13
B534	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	3085,000	CO05/13	-119,80	-7,10	-76,43	1043,56	39,56
B519	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	0,000	CO05/14	-59,60	67,56	290,80	8,67	-90,87
B514	CS2_vnitřní_přicnik - Iwn	0,000	CO05/15	-38,15	-67,60	302,52	-4,64	90,75

13. Vnitřní síly na prutu: Koncový příčník

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO04

Průřez : CS1_krajní_přicnik - Iwn (334; 12; 150; 14; 250; 20; 300; 0)

Prvek	css	dx [mm]	Stav	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
B515	CS1_krajní_přicnik - Iwn	2555,000	CO04/16	-176,12	3,48	76,75	639,03	19,41
B515	CS1_krajní_přicnik - Iwn	2555,000	CO04/17	155,78	-3,57	-10,02	123,25	-20,61
B515	CS1_krajní_přicnik - Iwn	0,000	CO04/18	-71,76	-34,71	304,07	31,47	46,97
B515	CS1_krajní_přicnik - Iwn	0,000	CO04/9	51,51	34,62	61,83	65,99	-47,99
B515	CS1_krajní_přicnik - Iwn	5800,000	CO04/19	98,95	22,78	-379,13	53,21	31,41
B515	CS1_krajní_přicnik - Iwn	0,000	CO04/20	-148,67	22,01	398,75	48,65	-27,63
B446	CS1_krajní_přicnik - Iwn	5800,000	CO04/21	99,45	-22,94	-80,92	-24,47	-32,53
B515	CS1_krajní_přicnik - Iwn	3085,000	CO04/22	-149,22	-4,99	-46,50	870,44	18,75
B515	CS1_krajní_přicnik - Iwn	0,000	CO04/23	35,64	34,53	282,64	97,68	-48,14
B446	CS1_krajní_přicnik - Iwn	0,000	CO04/24	34,40	-34,28	174,95	142,47	47,96

14. Napětí v ocelové části spráženého příčníku ve fázi výstavby

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Pojmenovaný výběr - Příčníky

Kombinace : CO06

Vlákna : Vrchní

Hodnoty : Normálové -

Prvek	dx [mm]	Stav	Normálové - [MPa]	Smyk [MPa]	von Mises [MPa]	Sigma Y [MPa]
B543	3085,000	CO06/5	-94,5	0,0	94,5	0,0
B555	0,000	CO06/25	4,8	0,0	4,8	0,0
B446	0,000	CO06/5	-14,9	0,0	14,9	0,0
B446	598,000	CO06/5	-33,1	0,0	33,1	0,0
B558	0,000	CO06/25	0,2	0,0	0,2	0,0

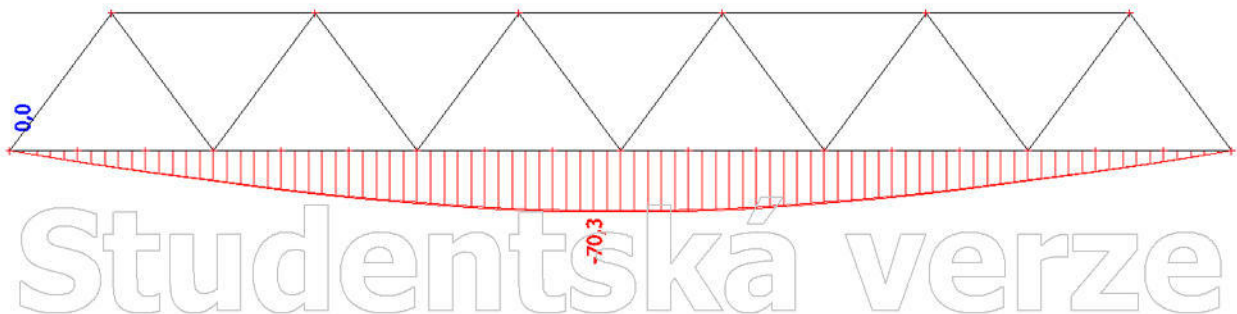


Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Pojmenovaný výběr - Příčníky
Kombinace : CO06
Vlákna : Spodní
Hodnoty : Normálové +

Prvek	dx [mm]	Stav	Normálové + [MPa]	Smyk [MPa]	von Mises [MPa]	Sigma Y [MPa]
B446	0,000	CO06/5	9,2	0,0	9,2	0,0
B555	0,000	CO06/25	-4,0	0,0	4,0	0,0
B558	3085,000	CO06/5	55,6	0,0	55,6	0,0
B561	0,000	CO06/25	-1,0	0,0	1,0	0,0
B446	598,000	CO06/5	20,3	0,0	20,3	0,0
B558	0,000	CO06/25	-0,6	0,0	0,6	0,0
B558	3085,000	CO06/5	55,6	0,0	55,6	0,0

Poznámka: Generované vnitřní síly a napětí v průřezích budou použity pro ruční výpočet a posouzení průřezů příčníků na MSÚ a MSP dle ČSN EN 1994-2.

15. Posudek MSP: Celkový průhyb konstrukce



$$U_{\text{lim}} = L/400$$
$$U_{\text{lim}} = 40000/400$$
$$U_{\text{lim}} = 100 \text{ mm}$$

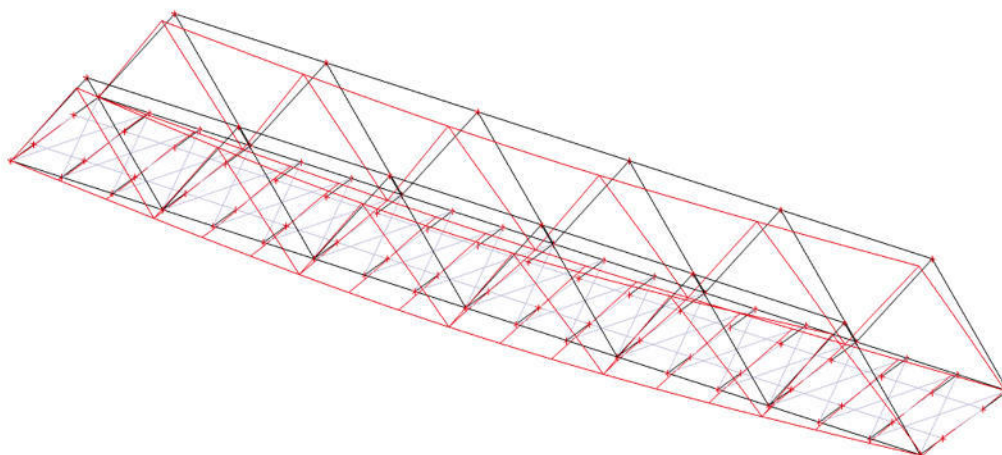
$$U_{\text{max}} = 70,3 \text{ mm} < U_{\text{lim}} = 100 \text{ mm}$$

Konstrukce vyhovuje na 2. mezní stavz hlediska deformací.

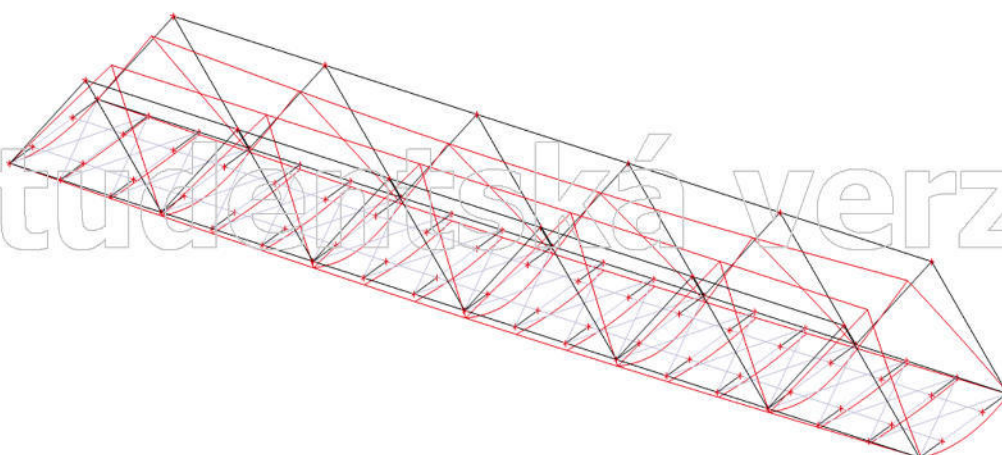
16. Vlastní frekvence

N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM1				
1	2,07	13,03	169,83	0,48
2	2,33	14,66	214,98	0,43
3	2,78	17,49	305,81	0,36
4	3,46	21,74	472,79	0,29
5	3,74	23,49	551,57	0,27

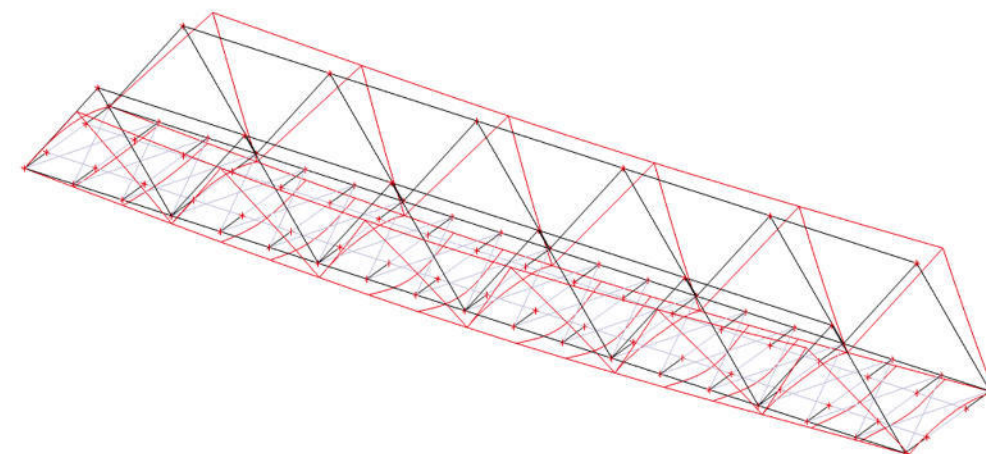
První vlastní frekvence konstrukce $f_1 = 2,07$ Hz. Celková deformace konstrukce.



Druhá vlastní frekvence konstrukce $f_2 = 2,33$ Hz. Celková deformace konstrukce.



Třetí vlastní frekvence konstrukce $f_3 = 2,77$ Hz. Celková deformace konstrukce.





Pro rozhodnutí, zda je požadována dynamická analýza konstrukce je třeba vyhodnotit vývojový diagram na obr. 6.9 normy ČSN EN 1991-2 a zatřídit první vlastní ohybovou frekvenci od účinků zatížení konstrukce stálým zatížením do intervalu na obr. 6.10 normy ČSN EN 1991-2.

První vlastní ohybová frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími spadá do intervalu dle obr. 6.10 normy ČSN EN 1991-2:

$$f_1 = 2,07 \text{ Hz} < n_{0, \text{MIN}} = 2,65 \text{ Hz.}$$

1,2-násobek první vlastní ohybové frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími je menší než první vlastní krouticí frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími:

$$1,2 \times f_1 = 1,2 \times 2,07 = 2,48 \text{ Hz} = < f_3 = 2,77 \text{ Hz}$$

Dynamická analýza není požadována.

17. Výkaz materiálu

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [mm ²]	Objem [m ³]
Celkový součet :	84274,1	981587630,272	1,0525e+01

Vysvětlivky symbolů

Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D dílce
--------	--

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [mm]	Hmotnost [kg]	Povrch [mm ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
CS2_vnitřní_přicnik - Iwn (334; 12; 150; 14; 250; 20; 300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	85,7	98600,014	8447,5	142378387,451	8007,0	1,0550e+00
CS4_horní_pas - Stěna komory (440; 30; 400; 18; 364; 25; 25)	S 355 J2 (EN 10025-2)	293,9	66656,656	19590,5	119333312,988	8007,0	2,4467e+00
CS5_dolní_pas - Iwn (1360; 14; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	338,9	80000,000	27108,5	344000000,000	8007,0	3,3856e+00
CS7_nahradní_ztuzidlo - CFCHS139.7X10	S 355 J2 (EN 10025-2)	32,6	223601,013	7295,8	98160896,301	8007,0	9,1117e-01
CS1_krajní_přicnik - Iwn (334; 12; 150; 14; 250; 20; 300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	85,7	11600,000	993,8	16750400,543	8007,0	1,2412e-01
CS6_diagonála_vnitřní - Iw (400; 14; 300; 18; 364; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	127,3	112001,991	14255,5	220867935,181	8007,0	1,7804e+00
CS8_diagonála_krajní - Stěna komory (440; 30; 400; 18; 364; 25; 25)	S 355 J2 (EN 10025-2)	293,9	22400,400	6582,5	40096714,020	8007,0	8,2209e-01

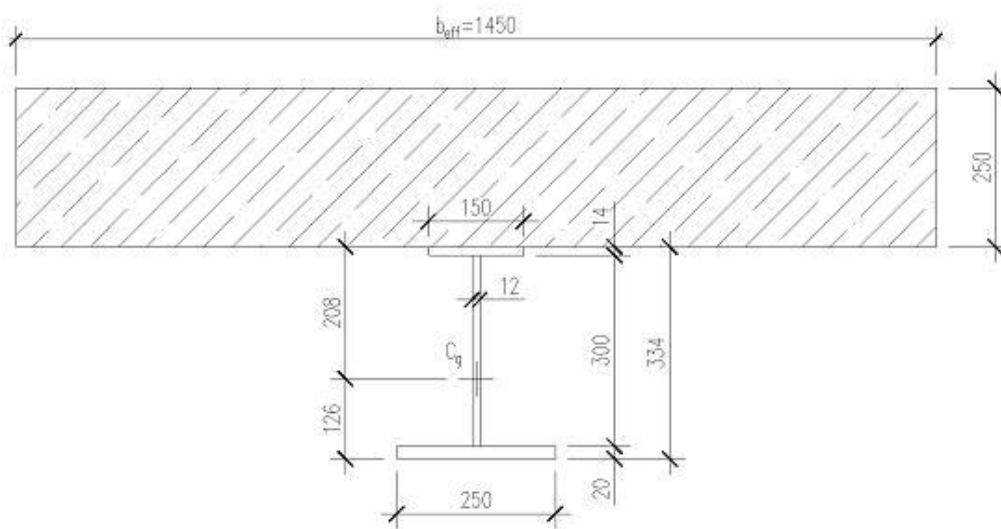
Ve výkazu materiálu jsou uvedeny pouze 1D prutové prvky bez železobetonové mostovky. Naopak je zde uvedeno pomocné ztužení konstrukce, jehož funkce ve skutečnosti zajišťuje právě mostovka. Při tloušťce desky mostovky 250 mm, rozměrech 5,8 × 40 m a objemové hmotnosti betonu 2500 kg.m⁻³ je její hmotnost 145000 kg.

Hmotnost ocelové konstrukce je tedy **76978 kg**. Hmotnost celková s mostovkou **221978 kg**.

18 SPŘAŽENÝ PRŮŘEZ PŘÍČNÍKU

Pomocí strojového výpočtu byla zjištěna napětí v ocelové části spřaženého průřezu od vlastní tíhy oceli a betonu a také vnitřní síly v průřezu. Ty budou použity pro výpočet MSÚ a MSP spřaženého ocelobetonového průřezu.

18.1 PRŮŘEZ



Ocelová část: $A_a = 10,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
 $I_a = 1,863 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

Betonová část: $A_c = b_{eff} \cdot h = 0,3625 \text{ m}^2$
 $I_c = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 1,45 \times 0,25^3 = 1,888 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

18.1.1 VNITŘNÍ SÍLY V PRŮŘEZU

Moment od vlastní tíhy oceli a betonu působící na ocelový průřez:

$$M_{y,k}^{G1} = 61,35 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed}^{G1} = 82,82 \text{ kNm}$$

Moment od ostatního stálého zatížení působící na spřažený průřez:

$$M_{y,k}^{G2} = 116,55 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed}^{G2} = 157,34 \text{ kNm}$$

Moment od pohyblivého zatížení působící na spřažený průřez:

$$M_{y,k}^Q = 554,49 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed}^Q = 804,01 \text{ kNm}$$

Maximální ohybový moment působící na spřažený průřez:

$$M_{y,k}^{MAX} = 732,36 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Ed}^{MAX} = 1044,17 \text{ kNm}$$

18.1.2 POSUDEK MSÚ - OHYB

- Spolupůsobící šířka: $a = 2222 \text{ mm}$
- Náhradní délka: $l_0 = 5800 \text{ mm}$
- Efektivní šířka: $b_{e,i} = \frac{l_0}{8} = \frac{5800}{8} = 745 \text{ mm}$
 $b_{eff,i} = 2 \times b_{e,i} = 2 \times 745 = 1450 \text{ mm}$
 $b_{eff} = \min\{b_{eff,i}; a\} = 1450 \text{ mm}$

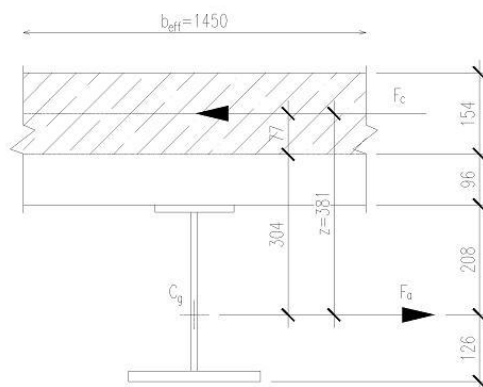
Poloha neutrální osy, za předpokladu, že prochází betonem:

$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{b_{eff} \cdot 0,85 \cdot f_{cd}} = \frac{10,7 \cdot 10^{-3} \cdot 355}{1,45 \cdot 0,85 \cdot 20} = 0,154 \text{ m}$$

$$x < h = 0,25 \text{ m} \rightarrow OK$$

$$M_{pl,Rd} = F_a \cdot z = A_a \cdot f_{yd} \cdot z$$

$$M_{pl,Rd} = 10,7 \cdot 10^{-2} \cdot 345 \cdot 10^3 \cdot 0,381 = 1406,5 \text{ kNm}$$



$$M_{Ed} = 1044,17 \text{ kNm} < M_{pl,Rd} = 1406,5 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE (74\%)}$$

Průřez vyhovuje na ohyb. Vliv dotvarování a smršťování betonu mohou v MSÚ zanedbat (průřez tř. 1).

18.1.3 POSUDEK MSÚ – SVISLÝ SMYK

Maximální posouvající síla: $V_{Ed,max} = 602,76 \text{ kN}$

Smyková plocha: $A_w = h_w \cdot t_w = 0,3 \cdot 0,012 = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Návrhová únosnost: $V_{c,Rd} = \frac{A_w \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 737,85 \text{ kN}$

$$V_{Ed} = 602,76 \text{ kN} < V_{c,Rd} = 737,85 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE (82\%)}$$

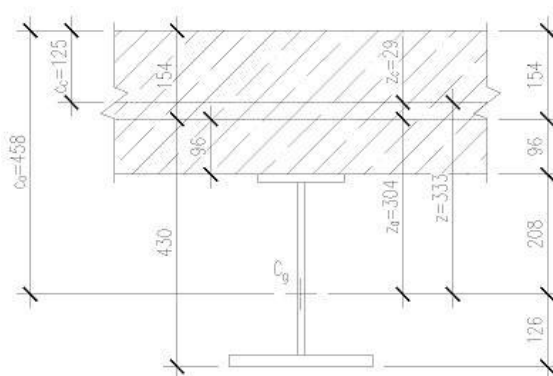
18.1.4 POSUDEK MSP – KRÁTKODOBÉ ZATÍŽENÍ

18.1.4.1 Ideální průřez 1

Pracovní součinitel: $n = \frac{E_a}{E_c} = \frac{210}{32} = 6,563$

Plocha ideálního průřezu:

$$A_i = A_a + \frac{A_c}{n} = 10,7 \cdot 10^{-3} + \frac{0,3625}{6,563} = 65,93 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$



$$\text{Poloha neutrálné osy: } z_i = + \frac{\frac{A_c}{n} \cdot c_c + A_a \cdot c_a}{A_i} = \frac{\frac{0,3625}{6,563} \cdot 0,125 + 10,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,458}{65,93 \cdot 10^{-3}} = 0,179 \text{ m}$$

$$\text{Moment setrvačnosti: } I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + \frac{1}{n} \cdot (I_c + A_c \cdot z_c^2)$$

$$I_i = 1,863 \cdot 10^{-3} + 10,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,304^2 + \frac{1}{6,563} (1,888 \cdot 10^{-3} + 0,3625 \cdot 0,029^2) \\ = 3,186 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

18.1.4.2 Napětí v průřezu

a) Napětí ve spřaženém průřezu

$$M_{y,k} = 116,55 + 554,49 = 671,04 \text{ kNm}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_c^h = \frac{1}{6,563} \cdot \frac{671,04 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot (-0,154) = -4,94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_c^d = 0 \rightarrow \text{neuvažují tah v betonu}$$

$$\sigma_a^h = \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_a^h = \frac{671,04 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,096 = 20,22 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_a^d = \frac{671,04 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,430 = 90,57 \text{ MPa}$$

b) Výsledná napětí ve spřaženém průřezu (spolu s napětím v ocelovém průřezu ve fázi výstavby)

$$\sigma_c^h = 0 + (-4,94) = -4,94 \text{ MPa} < f_{cd} = 20 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$\sigma_c^d = 0 \rightarrow \text{neuvažují tah v betonu}$$

$$\sigma_a^h = -4,94 + 20,22 = 15,28 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$\sigma_a^d = 55,5 + 90,57 = 146,07 \text{ MPa} < f_{yd} = 345 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

c) Napětí ve spřaženém průřezu pouze od ostatního stálého zatížení

$$M_{y,k} = 116,55 \text{ kNm}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_c^h = \frac{1}{6,563} \cdot \frac{116,55 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot (-0,154) = -0,86 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_c^d = 0 \rightarrow \text{neuvažují tah v betonu}$$

$$\sigma_a^h = \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_a^h = \frac{116,55 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,096 = 3,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_a^d = \frac{116,55 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,430 = 15,73 \text{ MPa}$$

18.1.5 POSUDEK MSP – NEROVNOMĚRNÁ ZMĚNA TEPLOTY

Uvažuje se změna teploty po výšce mezi železobetonovou deskou a ocelovým příčnickem. Pro tento případ uvažuji zatřídění uvedené části konstrukce jako 2. typ. Je použito zjednodušené varianty postupu 2 (dle kap. 6.1.4.2. ČSN EN 1991-1-5), který předpokládá změnu teploty po výšce železobetonové desky a ocelového průřezu. Změna teploty ocelového průřezu se neuvažuje, po výšce desky je teplota konstantní:

- Oteplení: $\Delta T_1 = \Delta t = +10^\circ\text{C}$
- Ochlazení: $\Delta T_2 = \Delta t = -10^\circ\text{C}$

Celkové protažení: $\Delta l = L \cdot \alpha \cdot \Delta t = 5,8 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 10 = 6,96 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

Poměrné protažení: $\varepsilon = \frac{\Delta l}{L} = \frac{6,96 \cdot 10^{-4}}{5,8} = 1,2 \cdot 10^{-4}$

Napětí v desce: $\sigma_c = \varepsilon \cdot E_c = 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 32 \cdot 10^3 = 3,84 \text{ MPa}$

Odpovídající síla: $N_c = \sigma_c \cdot A_c = 3,84 \cdot 0,3625 = 1392 \text{ kN}$

Ohybový moment od síly: $M_c = N_c \cdot z = 1392 \cdot (0,154 - 0,125) = 40,37 \text{ kNm}$

18.1.5.1 Napětí v průřezu

a) Napětí ve spráženém průřezu

$$\begin{aligned} \sigma_c^h &= \frac{1}{n} \left(\frac{N_c}{A_i} + \frac{M_c}{I_i} \cdot z_c^h \right) + \frac{N_c}{A_c} = \\ &= \frac{1}{6,563} \cdot \left(\frac{-1392 \cdot 10^{-3}}{65,93 \cdot 10^{-3}} + \frac{40,37 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot (-0,154) \right) + \frac{1392 \cdot 10^{-3}}{0,3625} = 0,33 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_c^d &= \frac{1}{n} \left(\frac{N_c}{A_i} + \frac{M_c}{I_i} \cdot z_c^d \right) + \frac{N_c}{A_c} = \\ &= \frac{1}{6,563} \cdot \left(\frac{-1392 \cdot 10^{-3}}{65,93 \cdot 10^{-3}} + \frac{40,37 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot (0,096) \right) + \frac{1392 \cdot 10^{-3}}{0,3625} = 0,81 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_a^h = \frac{N_c}{A_i} + \frac{M_c}{I_i} \cdot z_a^h = \frac{-1392 \cdot 10^{-3}}{65,93 \cdot 10^{-3}} + \frac{40,37 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,096 = -19,90 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{N_c}{A_i} + \frac{M_c}{I_i} \cdot z_a^h = \frac{-1392 \cdot 10^{-3}}{65,93 \cdot 10^{-3}} + \frac{40,37 \cdot 10^{-3}}{3,186 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,430 = -15,66 \text{ MPa}$$

18.1.6 POSUDEK MSP – DLOUHODOBÉ ZATÍŽENÍ

18.1.6.1 Dotvarování

Součinitel dotvarování: $\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t, t_0) = 1,588 \cdot 0,988 = 1,570$

$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 1,209 \cdot 2,725 \cdot 0,482 = 1,588$

- $RH_{dle \check{c}HM\dot{U}} = 80\%$
- $h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 2222 \cdot 250}{1972} = 563 \text{ mm}$
- $\varphi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 = \left[1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0,1 \cdot \sqrt[3]{563}} \cdot 0,944 \right] \cdot 0,984 = 1,209$
- $\alpha_1 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,7} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,7} = 0,944$
- $\alpha_2 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,2} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,2} = 0,984$
- $\alpha_3 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,5} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,5} = 0,960$
- $\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16,8}{\sqrt{38}} = 2,725$
- $\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + t_0^{0,20}} = \frac{1}{0,1 + 30^{0,20}} = 0,482$
- $\beta_H = 1,5[1 + (0,012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3$
 $\beta_H = 1,5[1 + (0,012 \cdot 80)^{18}] \cdot 563 + 250 \cdot 0,960 = 1490$
- $\beta_H = 1490 \leq 1500 \cdot \alpha_3 = 1500 \cdot 0,960 = 1440 \rightarrow \beta_H = 1440$

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{36500 - 30}{1440 + 36500 - 30} \right]^{0,3} = 0,988$$

18.1.6.2 Ideální průřez 2

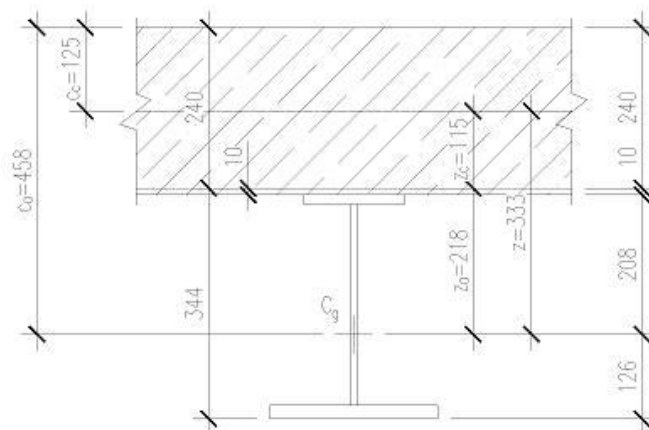
Původní pracovní součinitel:

$$n = \frac{E_a}{E_c} = \frac{210}{32} = 6,563$$

Pracovní součinitel dotvarování:

$$\psi_L = 1,100$$

$$n_L = n \cdot (1 + \psi_L \cdot \varphi(t, t_0)) = 6,563 \cdot (1 + 1,1 \cdot 1,570) = 17,897$$



Plocha ideálního průřezu:

$$A_i = A_a + \frac{A_c}{n_L} = 10,7 \cdot 10^{-3} + \frac{0,3625}{17,897} = 30,95 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Poloha neutrálné osy:

$$z_i = + \frac{\frac{A_c}{n_L} \cdot c_c + A_a \cdot c_a}{A_i} = \frac{\frac{0,3625}{17,897} \cdot 0,125 + 10,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,458}{30,95 \cdot 10^{-3}} = 0,240 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + \frac{1}{n_L} \cdot (I_c + A_c \cdot z_c^2)$$

$$I_i = 1,863 \cdot 10^{-3} + 10,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,218^2 + \frac{1}{17,897} (1,888 \cdot 10^{-3} + 0,3625 \cdot 0,115^2) = 2,745 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

18.1.6.3 Napětí v průřezu

a) Napětí ve spřaženém průřezu

$$M_{y,k} = 116,55 \text{ kNm}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_c^h = \frac{1}{17,897} \cdot \frac{116,55 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot (-0,240) = -0,57 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_c^d = 0 \rightarrow \text{neuvažují tah v betonu}$$

$$\sigma_a^h = \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_a^h = \frac{116,55 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,010 = 0,42 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_a^d = \frac{116,55 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,344 = 14,61 \text{ MPa}$$

b) Výsledná napětí ve spřaženém průřezu od dotvarování

$$\sigma_c^h = -0,86 + (-0,57) = -1,43 \text{ MPa} < f_{cd} = 20 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$\sigma_c^d = 0 + 0 = 0 \rightarrow \text{neuvažují tah v betonu}$$

$$\sigma_a^h = 3,51 + 0,42 = 3,93 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$\sigma_a^d = 15,73 + 14,61 = 30,34 \text{ MPa} < f_{yd} = 345 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

c) Napětí ve spřaženém průřezu od ostatního stálého a proměnného zatížení

$$M_{y,k} = 671,04 \text{ kNm}$$

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_c^h = \frac{1}{17,897} \cdot \frac{671,04 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot (-0,240) = -3,28 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{n} \cdot \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_c^d = 0 \rightarrow \text{neuvažují tah v betonu}$$

$$\sigma_a^h = \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_a^h = \frac{671,04 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,010 = 2,44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{M_{y,k}}{I_i} \cdot z_a^d = \frac{671,04 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,344 = 84,09 \text{ MPa}$$

d) Výsledná napětí od dotvarování spolu s napětím v oceli z fáze výstavby

$$\sigma_c^h = 0 + (-3,28) = -3,28 \text{ MPa} < f_{cd} = 20 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$\sigma_c^d = 0 + 0 = 0 \rightarrow \text{neuvažují tah v betonu}$$

$$\sigma_a^h = -94,7 + 2,44 = -92,26 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$\sigma_a^d = 55,50 + 82,96 = 138,46 \text{ MPa} < f_{yd} = 345 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

18.1.6.4 Smršťování

Součinitel smršťování: $\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t, t_0) = 3,111 \cdot 0,992 = 3,087$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 1,256 \cdot 2,725 \cdot 0,909 = 3,111$$

- $RH_{dle \check{C}HMÚ} = 80\%$
- $h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 2222 \cdot 250}{3500} = 317 \text{ mm}$

- $\varphi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - \frac{RH}{100}}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 = \left[1 + \frac{1 - \frac{80}{100}}{0,1 \cdot \sqrt[3]{317}} \cdot 0,944 \right] \cdot 0,984 = 1,256$
- $\alpha_1 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,7} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,7} = 0,944$
- $\alpha_2 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,2} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,2} = 0,984$
- $\alpha_3 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,5} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,5} = 0,960$
- $\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16,8}{\sqrt{38}} = 2,725$
- $\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + t_0^{0,20}} = \frac{1}{0,1 + 1^{0,20}} = 0,909$
- $\beta_H = 1,5[1 + (0,012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3$
 $\beta_H = 1,5[1 + (0,012 \cdot 80)^{18}] \cdot 317 + 250 \cdot 0,960 = 944$
- $\beta_H = 1490 \leq 1500 \cdot \alpha_3 = 1500 \cdot 0,960 = 1440 \rightarrow \beta_H = 1440$

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{36500 - 1}{944 + 36500 - 1} \right]^{0,3} = 0,992$$

18.1.6.5 Ideální průřez 3

Původní pracovní součinitel:

$$n = \frac{E_a}{E_c} = \frac{210}{32} = 6,563$$

Pracovní součinitel smršťování:

$$\psi_L = 0,550$$

$$n_L = n \cdot (1 + \psi_L \cdot \varphi(t, t_0)) = 6,563 \cdot (1 + 0,55 \cdot 3,087) = 17,707$$

Vzhledem k velikosti pracovního součinitele smršťování, který je po zaokrouhlení přibližně roven pracovnímu součiniteli dotvarování, není nutné počítat charakteristiky třetího ideálního průřezu, ale můžu použít hodnoty ideálního průřezu 2.

Poměrné pretvoření od smršťování:

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,994 \cdot 0,839 \cdot 0,00027 = 0,00023\%$$

- $\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{t - t_s}{(t - t_s) + 0,04 \sqrt{h_0^3}} = \frac{36500 - 1}{(36500 - 1) + 0,04 \sqrt{317^3}} = 0,994$
- $k_h = 0,839$
- $\varepsilon_{cd,0} = 0,00027\%$
- $\beta_{as}(t) = 1 - e^{-0,2 \cdot t^{0,5}} = 1 - e^{-0,2 \cdot 36500^{0,5}} = 1,00$
- $\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot (30 - 10) \cdot 10^{-6} = 0,00005\%$

$$\text{Celkové poměrné smršťování: } \varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 0,00023 + 0,00005 = 0,00028\%$$

Modul pružnosti:

$$n_L = \frac{E_a}{E_c} \rightarrow E_c = \frac{E_a}{n_L} = \frac{210}{17,897} = 11,73 \text{ GPa}$$

Napětí v desce: $\sigma_c = \varepsilon_{cs} \cdot E_c = 0,00028 \cdot 11730 = 3,29 \text{ MPa}$

Síla odpovídající napětí: $N_c = \sigma_c \cdot A_c = 3,29 \cdot 0,556 = 1827 \text{ kN}$

Ohybový moment od N_c : $M_c = N_c \cdot z = 1827 \cdot 0,115 = 210,11 \text{ kNm}$

18.1.6.6 Napětí v průřezu

a) Napětí ve spřaženém průřezu od smršťování

$$\sigma_c^h = \frac{1}{n} \left(\frac{N_c}{A_i} + \frac{M_c}{I_i} \cdot z_c^h \right) = \frac{1}{17,897} \cdot \left(\frac{-1827 \cdot 10^{-3}}{30,95 \cdot 10^{-3}} + \frac{210,11 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot (-0,240) \right) = -4,32 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c^d = \frac{1}{n} \left(\frac{N_c}{A_i} + \frac{M_c}{I_i} \cdot z_c^d \right) = \frac{1}{17,897} \cdot \left(\frac{-1827 \cdot 10^{-3}}{30,95 \cdot 10^{-3}} + \frac{210,11 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot (0,010) \right) = -3,26 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^h = \frac{N_c}{A_i} + \frac{M_c}{I_i} \cdot z_a^h = \frac{-1827 \cdot 10^{-3}}{30,95 \cdot 10^{-3}} + \frac{210,11 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,010 = -58,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a^d = \frac{N_c}{A_i} + \frac{M_c}{I_i} \cdot z_a^d = \frac{-1827 \cdot 10^{-3}}{30,95 \cdot 10^{-3}} + \frac{210,11 \cdot 10^{-3}}{2,745 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,344 = -32,71 \text{ MPa}$$

b) Výsledná napětí ve spřaženém průřezu od dotvarování

$$\sigma_c^h = 3,29 + (-4,32) = -1,03 \text{ MPa} < f_{cd} = 20 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$\sigma_c^d = 3,29 + (-3,26) = 0,03 \rightarrow \text{neuvažují tah v betonu}$$

$$\sigma_a^h = 0 + (-58,27) = -58,27 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

$$\sigma_a^d = 0 + (-32,71) = -32,71 \text{ MPa} < f_{yd} = 345 \text{ MPa} \rightarrow OK$$

18.2 VÝSLEDNÝ SOUHRN NAPĚTÍ

	Mont.	$t(\infty)$	Dotv.	Smršť.	Tepl	Σ
σ_c^h	0,00	3,29	-1,40	-4,32	0,33	-2,10 MPa < 20 MPa
σ_c^d	0,00	3,29	0,00	-3,26	0,81	0,84 MPa < 2,9 MPa
σ_a^h	-94,70	20,22	3,93	-58,27	-19,9	-148,72 MPa < 355 MPa
σ_a^d	55,50	90,57	30,34	-32,71	-15,66	128,04 MPa < 345 MPa

18.3 POSOUZENÍ SPŘAHOVACÍCH PRVKŮ

Železobetonová deska bude spřažena s ocelovým nosníkem příčniku pomocí spřahovacích trnů přivařených k horní pásnici příčniku.

Navržená geometrie trnů dle ČSN EN ISO 13918:

$$P_{Rd1} = \frac{0,8 \cdot f_u}{\gamma_v} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$P_{Rd1} = \frac{0,8 \cdot 330}{1,25} \cdot \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 103,67 \text{ kN}$$

$$P_{Rd2} = \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_v}$$

$$P_{Rd2} = \frac{0,29 \cdot 1 \cdot 25^2 \cdot \sqrt{30 \cdot 32 \cdot 10^3}}{1,25} = 142,07 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \min\{P_{Rd1}; P_{Rd2}\} = 103,67 \text{ kN}$$

$$V_{l,pl} = N_c = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot x_{pl} = 0,85 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 1,45 \cdot 0,154 = 3796 \text{ kN}$$

$$n \geq n_f = \frac{V_{l,pl}}{P_{Rd}} = \frac{3796}{103,67} = 36,6 \rightarrow n = 48 \text{ ks na } \frac{1}{2} \text{ nosníku.}$$

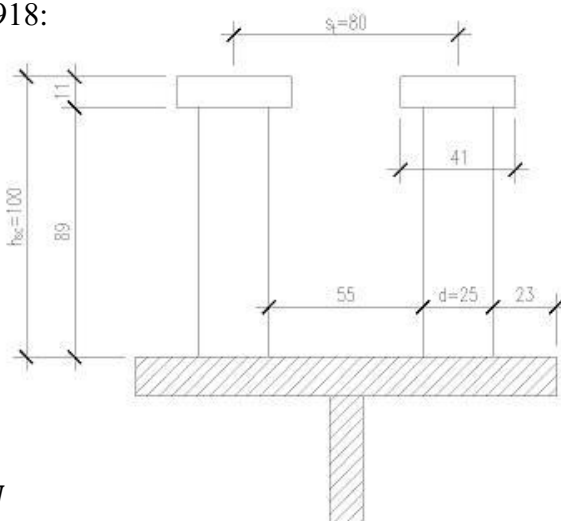
Navrhuji trny ve dvou řadách s osovou vzdáleností po délce nosníku $s_l = 120 \text{ mm}$.

Ověření návrhu:

$$(n - 1) \cdot s_l = (48 - 1) \cdot 120 = 5640 \text{ mm} \leq l = 5800 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$n \cdot P_{Rd} = 48 \cdot 103,67 = 4976 \text{ kN} \geq V_{l,pl} = 3796 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE (76\%)}$$

KONEC STATICKÉHO VÝPOČTU.





VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES MÍSTNÍ SILNICI HODNOCENÍ VARIANT

RAILWAY BRIDGE ACROSS LOCAL ROAD
VARIANT EVALUATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN OLBERT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCH

BRNO 2016

OBSAH

1	Úvod	2
2	Kritéria hodnocení.....	2
3	Hodnocení variant	3
4	Výsledné hodnocení	5

1 ÚVOD

Cílem tohoto hodnocení je výběr nejvýhodnější varianty diplomové práce. Hodnocení probíhá na základě daných kritérií, následně je provedena sumarizace a výběr nejvýhodnější varianty.

2 KRITÉRIA HODNOCENÍ

2.1 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM

Zde je hodnocen výběr vhodného konstrukčního systému konstrukce pro dané rozpětí a typ dopravy na mostu. Hodnocení je provedeno na stupnici 1 až 5, vyšší číslo znamená vhodnější variantu.

2.2 CENA KONSTRUKCE

Měřítkem pro posouzení celkových nákladů na konstrukci může být její hmotnost. Ta je uvedena ve výkazu materiálu, který je součástí statického výpočtu jednotlivých variant. Hodnocení je provedeno na základě skutečné hmotnosti. Čím nižší hmotnost, tím vhodnější varianta.

2.3 VÝROBA A MONTÁŽ

Posuzuje se náročnost výroby konstrukce i její montáže. Hodnocení je provedeno na stupnici 1 až 5, vyšší číslo znamená vhodnější variantu.

2.4 ÚČINKY NA SPODNÍ STAVBU

Posouzení variant z hlediska účinků na stávající gravitační opěry a jejich případnou úpravu. Hodnocení je provedeno na stupnici 1 až 5, vyšší číslo znamená vhodnější variantu.

2.5 ARCHITEKTONICKÉ HODNOCENÍ

Posuzuje vhodnost jednotlivých variant z hlediska architektonické koncepce. Hodnocení je provedeno na stupnici 1 až 5, vyšší číslo znamená vhodnější variantu.

3 HODNOCENÍ VARIANT

3.1 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM

Varianta A: Příhradová konstrukce je pro dané rozpětí vhodný systém, který nabízí úsporné řešení mostní konstrukce.

Hodnocení: 4

Varianta B: Plnostěnný hlavní nosník je pro dané rozpětí systém na hraně vhodnosti použití. I přes proměnný průřez hlavního nosníku snažící se kopírovat obrazec ohybového momentu je stavební výška hlavního nosníku značná.

Hodnocení: 3

Varianta C: Příhradová konstrukce je pro dané rozpětí vhodný systém, který nabízí úsporné řešení mostní konstrukce. Spřažená deska mostovky navíc zaručuje potřebnou tuhost konstrukce a tlumení hlučnosti vyvolané železniční dopravou.

Hodnocení: 5

3.2 CENA KONSTRUKCE

Varianta A: **Hmotnost: 125,2 t**

Varianta B: **Hmotnost: 136,2 t**

Varianta C: **Hmotnost: 77,0 t**

3.3 VÝROBA A MONTÁŽ

Varianta A: Plechová ortotropní mostovka je náročnější na výrobu než spřažená žb. deska. Pro pruty příhradové konstrukce je třeba počítat s úpravou prvků pro tupé svary.

Hodnocení: 5

Varianta B: Plechová ortotropní mostovka je náročnější na výrobu než spřažená žb. deska. Plnostěnný hlavní nosník je náročný na výrobu a montáž vzhledem k délce svarových spojů.

Hodnocení: 3

Varianta C: Železobetonová deska mostovky je méně náročná na přesnost výroby než ortotropní plechová mostovka, ale je časově náročná na výrobu – nutnost zhotovení bednění pro betonáž.

Hodnocení: 4

3.4 ÚČINKY NA SPODNÍ STAVBU

Varianta A: Příhradová konstrukce o jednom poli přenáší do spodní stavby rozhodující svislé reakce a umožňuje snadné zakládání. V porovnání s hmotností konstrukce s ŽB mostovkou jsou reakce příznivější pro únosnost spodní stavby.

Hodnocení: 5

Varianta B: Příhradová konstrukce o jednom poli přenáší do spodní stavby rozhodující svislé reakce a umožňuje snadné zakládání. V porovnání s hmotností konstrukce s ŽB mostovkou jsou reakce příznivější pro únosnost spodní stavby.

Hodnocení: 4

Varianta C: Konstrukce o jednom poli přenáší do spodní stavby rozhodující svislé reakce a umožňuje snadné zakládání. V porovnání s hmotností konstrukce s plechovou mostovkou jsou reakce více nepříznivé pro únosnost spodní stavby.

Hodnocení: 3

3.5 ARCHITEKTONICKÉ HODNOCENÍ

Varianta A: Příhradová konstrukce působí lehce a transparentně a výrazně neruší okolní prostředí.

Hodnocení: 5

Varianta B: Plnostěnná konstrukce je robustní a netransparentní. Proměnný průřez hlavního nosníku ale působí přirozeně a zajímavě.

Hodnocení: 4

Varianta C: Příhradová konstrukce působí lehce a transparentně a výrazně neruší okolní prostředí.

Hodnocení: 5

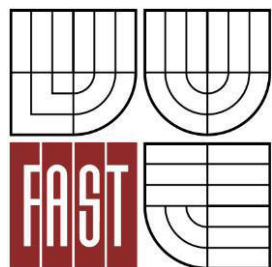
4 VÝSLEDNÉ HODNOCENÍ

KRITÉRIUM						TRANSFORMOVANÉ HODNOTY			KVANTITATIVNÍCH MULTIPLIKÁTORŮ				
	var. A	var. B	var. C			var. A	var. B	var. C		var. A	var. B	var. C	
1. Konstruktční systém													
Hodnocení [1 až 5]	4	3	5	3	5	0,50	0,08	0,92	0,2	0,100	0,017	0,183	
2. Cena konstrukce													
Hmotnost [t]	125,2	136,2	77,0	136	77	0,24	0,08	0,92	0,2	0,048	0,017	0,183	
3. Výroba a montáž													
Hodnocení [1 až 5]	5	3	4	3	5	0,92	0,08	0,50	0,2	0,183	0,017	0,100	
4. Účinky na spodní stavbu													
Hodnocení [1 až 5]	5	4	3	3	5	0,92	0,50	0,08	0,2	0,183	0,100	0,017	
5. Architektonické hodnocení													
Hodnocení [1 až 5]	5	4	5	4	5	0,92	0,08	0,92	0,2	0,183	0,017	0,183	
									1,00	Σ	0,698	0,167	0,667
											ANO	NE	NE

Jako nejvýhodnější varianta byla zvolena varianta A – příhradová konstrukce s ortotropní plechovou mostovkou s průběžným kolejovým ložem.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES MÍSTNÍ SILNICI TECHNICKÁ ZPRÁVA

RAILWAY BRIDGE ACROSS LOCAL ROAD
ENGINEERING REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN OLBERT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCH

BRNO 2016

OBSAH

1	Identifikační údaje k mostu přes místní silnici	3
1.1	Identifikační údaje mostu	3
2	Základní údaje o mostě (dle ČSN 73 6200 a ČSN 73 6220)	4
2.1	Hlavní údaje o navrhovaném mostním tělese	4
3	Zdůvodnění mostu a jeho umístění	4
3.1	Zdůvodnění mostu	4
3.2	Charakter překážky a převáděné trati	4
3.3	Územní podmínky	5
3.4	Geotechnické podmínky	5
3.4.1	Geologické poměry	5
4	Technické řešení mostu	5
4.1	Popis konstrukce mostu	5
4.1.1	Nosná konstrukce	5
4.1.2	Izolace	5
4.1.3	Odvodnění	6
4.1.4	Zábradlí	6
4.1.5	Materiál	6
4.1.6	Nátěrové hmoty, povrchová úprava	6
4.2	Vybavení mostu	6
4.3	Statické posouzení	6
5	Výstavba mostu	6
5.1	Postup a technologie výstavby mostu	6
5.2	Vztah k území	6
6	VŠEOBECNĚ	7
7	POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY	7
8	ZATÍŽENÍ	7
8.1	Zatížení stálá:	7
8.2	Zatížení proměnná užitná:	8
8.3	Zatížení proměnná klimatická:	8
9	GEOMETRIE KONSTRUKCE	8
9.1	Výškové úrovně:	8
10	TECHNICKÝ POPIS KONSTRUKCE	8

10.1	Všeobecně:.....	8
10.2	Nosná konstrukce:	8
10.3	Mostní vybavení:	9
10.3.1	Ložiska:	9
10.3.2	Odvodnění:	9
10.3.3	Zábradlí:	9
11	POŽÁRNÍ OCHRANA	10
12	POVRCHOVÁ OCHRANA	10
13	MATERIÁL	11
13.1	Základní materiál – plechy S355 J2	11
13.2	Základní materiál – profily S255 J2	12
14	ZEMNĚNÍ	12
15	VÝROBA A MONTÁŽ	12
15.1	Zařazení konstrukce do výrobní skupiny	12
15.2	Podmínky pro výrobu	12
15.3	Podmínky pro montáž.....	13
16	BEZPEČNOST PRÁCE	14

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE K MOSTU PŘES MÍSTNÍ SILNICI

Předmětem diplomové práce je vypracování návrhu ocelové konstrukce jednokolejného železničního mostu přes místní komunikaci na trati 251 Tišnov – Nové Město na Moravě. Mostní objekt má jedno pole o rozpětí cca 40 m.

K určení hodnot zatížení a pro statický výpočet konstrukce byla použita soustava evropských norem ČSN EN a strojové výpočty byly provedeny pomocí software SCIA Engineer od společnosti Nemetschek.

1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Stavba:	3/251 TIŠNOV – NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ
Objekt:	Nový železniční most na trati č. 251 v km 20,425
Název objektu:	Most přes místní silnici
Místo objektu:	Doubravník
Okres:	Brno-venkov
Kraj:	Jihomoravský
Objednatel:	Správa železniční dopravní cesty, s. o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Investor:	Správa železniční dopravní cesty, s. o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Správce mostu:	Správa železniční dopravní cesty, s. o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Projektant:	Bc. Jan Olbert Kamenná čtvrť 84, 639 00 Brno
Trat':	Trat' č. 251 Brno – Nové Město na Moravě
Bod křížení:	S p. k. III/38715, Doubravník, okr. Brno-venkov
Staničení v osách uložení konstrukce:	km 11,602 344 km 11,642 344
Úhel křížení:	cca 92,6 °
Stupeň PD:	DPS
Volná výška:	7,00 m nad korunou p. k.

2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ (DLE ČSN 73 6200 A ČSN 73 6220)

Mostní objekt je navržen jako jednopolevý s rozpětím pole 40,00 m. Nosnou konstrukci tvoří příhradové hlavní nosníky s dolní ortotropní ocelovou mostovkou s kolejovým ložem. Nosná konstrukce je uložena na stávající spodní stavbu tvořenou dvěma gravitačními opěrami.

2.1 HLAVNÍ ÚDAJE O NAVRHOVANÉM MOSTNÍM TĚLESE

Traťová rychlost:	50 km.h ⁻¹
Směrové poměry:	širá trať v přímé
Sklonové poměry:	stoupá 1,1 ‰ v směru staničení
Železniční svršek:	UIC60 - B91
Překážka:	silnice III/38715, Doubravník, okr. Brno-venkov
Úhel křížení:	cca 92,6 °
Rozpětí pole:	40,00 m
Délka nosné konstrukce:	40,78 m
Šířka mostu:	6,24 m
Výška mostu nad terénem:	7,00 m
Stavební výška:	1,29 m
Konstrukční výška:	6,23 m
Plocha konstrukce mostu:	255,1 m ²

3 ZDŮVODNĚNÍ MOSTU A JEHO UMÍSTĚNÍ

3.1 ZDŮVODNĚNÍ MOSTU

Most slouží pro přemostění místní komunikace III/38715 v obci Doubravník železniční tratí č. 231 Brno – Nové Město na Moravě. Tato varianta byla vybrána na základě hodnocení variant, které je samostatnou součástí této dokumentace.

3.2 CHARAKTER PŘEKÁŽKY A PŘEVÁDĚNÉ TRATI

Most převádí železniční jednokolejnou trať přes silnici silnice III/38715. Šířkové uspořádání komunikace je následující. Šířka koruny pozemní komunikace je 10,0 m. Niveleta v ose p. k. je ve výšce +308,500 m. n. m. B.p.v. Komunikace je v přímé. Úhel křížení je cca 92,6°.

Převáděnou tratí je jednokolejná neelektrifikovaná trať č. 231 Brno – Nové Město na Moravě. Traťová rychlost v úseku je max. 50 km.h⁻¹. Niveleta koleje je v místě křížení +316,977 m. n. m. B.p.v. Trať je v přímé ve stoupání 1,1 ‰.

3.3 ÚZEMNÍ PODMÍNKY

Místo křížení se nachází ve východní části obce Doubravník v katastrálním území téže obce. Most se nachází blízko zástavby obce. Po levé straně ve směru staničení leží koryto řeky Svratky.

3.4 GEOTECHNICKÉ PODMÍNKY

3.4.1 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Geologický rozbor staveniště není součástí práce. Konstrukce bude osazena na úložné prahy stávajících gravitačních opěr.

4 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

4.1 POPIS KONSTRUKCE MOSTU

4.1.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Konstrukce mostu sestává ze dvou hlavních příhradových nosníků. Na hlavní nosníky je upevněna mostovka sestávající z mostovkového plechu, příčníků a podélných výztuh.

Hlavní nosníky o statické výšce 5,00 m jsou osově vzdáleny 5,80 m. Velikost modulu příhrady je 8,00 m. Příhradové soustava je bezsvislicová pouze s taženými a tlačnými diagonálami. Staticky působí konstrukce jako prostý nosník o rozpětí 40,00 m. Na obou koncích konstrukce navazuje na stávající objekty mostních gravitačních opěr.

Konstrukce je uložena přes hrncová ložiska na úložné prahy stávajících gravitačních opěr.

Horní pásy příhradových nosníků jsou tvořeny svařovaným uzavřeným průřezem celkových vnějších rozměrů 440×422 mm. Horní pásnice má tloušťku 22 mm, spodní pásnice potom 20 mm. Stojiny jsou z plechů silného 18 mm.

Dolní pás je tvořen svařovaným I profilem. Celková výška profilu je 1360 mm. Horní pásnice má rozměry 364×30 mm, spodní pásnice 440×30 mm a stojina 1300×12 mm.

Výplňové diagonály tvoří svařovaný I průřez. Pásnice o rozměrech 300×18 mm spojuje stojina 364×12 mm. Koncové diagonály navazují na horní pás příhrady a mají tedy shodný průřez jako horní pás nosníku.

Mostovka z plechu tloušťky 14 mm je vynesena na příčnících svařovaných z obrácených T profilů. Pásnice je z plechu o rozměrech 500×30 mm a stojina z plechu 700×22 mm. Koncové příčníky jsou tvořeny z obrácených T profilů o rozměrech pásnice 450×30 mm a stojiny 700×18 mm. Příčníky jsou připojeny k hlavním nosníkům ve vzdálenostech jedné třetiny délky příhrady, tedy 2667 mm. Mostovka je vyztužena podélnými výztuhami tvořenými plechem o rozměrech 200×20 mm ve vzdálenostech 400 mm.

4.1.2 IZOLACE

Na mostovku je nanášena penetrace systému Sika Ergodur-500 S.

4.1.3 ODVODNĚNÍ

Odvodnění je řešeno podélným a příčným spádem mostovky. Voda steče příčným spádem k hlavním nosníkům, kde je opačným sklonem vytvořen podélný žlab, který je po daných vzdálenostech opatřen vtoky odvodňovacích zařízení. Na tyto zařízení jsou osazeny PE svody. Ty jsou pod mostovkou skrze otvory v příčnicích vedeny ke gravitačním opěrám konstrukce mostu, kde jsou podél opěr svedeny do odvodňovacích příkopů pozemní komunikace.

4.1.4 ZÁBRADLÍ

Konstrukce zábradlí je tvořena soustavou trubek. Zábradelní madlo je tvořeno trubkou TR 48,3×5 mm. Sloupek profilem TR 42,4×4 mm a zábradelní výplň profilem TR 33,7×4 mm. Výška zábradlí nad pochozí úroveň kolejového lože je 1200 mm.

4.1.5 MATERIÁL

Ocel pro nosnou konstrukci:	S355 J2
Ocel pro konstrukci zábradlí:	S235 JR
Hydroizolace:	Sika Ergodur-500 S
Beton pro podlití ložisek:	C30/37 XF3

4.1.6 NÁTĚROVÉ HMOTY, POVRCHOVÁ ÚPRAVA

Protikorozní ochrana ocelové konstrukce bude zajištěna pomocí ochranných nátěrových systémů navržených podle ČSN EN ISO 12944 pro stupeň korozní agresivity uvnitř komorového průřezu C3 a exteriéru C4. Základním požadavkem pro nátěrový systém je záruka min. 5 let, životnost více než 15 let.

4.2 VYBAVENÍ MOSTU

Mostní zábradlí na obou stranách

4.3 STATICKÉ POSOUZENÍ

Viz statický výpočet

5 VÝSTAVBA MOSTU

5.1 POSTUP A TECHNOLOGIE VÝSTAVBY MOSTU

Viz níže

5.2 VZTAH K ÚZEMÍ

Pod niveletou pozemní komunikace jsou umístěny stávající rozvody inženýrských sítí. Tyto rozvody nebudou stavbou mostního objektu dotčeny. Ochranná pásma jsou dodržena. Po dobu montáže se počítá s nutným omezením provozu na pozemní komunikaci na nezbytně nutnou dobu.

6 VŠEOBECNĚ

Tato technická zpráva je součástí realizační dokumentace stavby (dále jen RDS) nosné ocelové konstrukce objektu Most přes místní silnici a specifikuje požadavky na nosnou ocelovou konstrukci.

Podkladem pro vypracování RDS byly stupně zadání od vedoucího diplomové práce.

Požadavky, resp. Úpravy a doplnění proti zadání bylo konzultováno s vedoucím diplomové práce.

Výpis materiálu a výkazy výměr jsou pouze orientační, dodavatel je povinen si je zpracovat sám na základě dodané výkresové dokumentace a okamžité situace.

Podkladem pro výrobu a montáž ocelové konstrukce bude výrobní dokumentace (výkresy, výkazy materiálu a technologický postup výroby a montáže) zpracovaná podle projektu OK ve stupni RDS. Výrobní dokumentace podléhá schválení generálním projektantem, projektantem OK a investorem před započítím výroby.

7 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY

Všechny stavební výrobky a materiály vyráběné nebo prodávané v České Republice mají povinnost dokládat ve vazbě zákona č.183/2006 Sb. a ve znění provádějících předpisů a vyhlášek svoje vlastnosti certifikátem nebo rozhodnutím o schválení. Posuzování shody stavebních výrobků a podmínek jejich uvedení na trh upravuje zákon š.22/97 Sb. a navazující nařízení vlády, vyhlášky a prováděcí předpisy včetně následujících doplňků a změn.

Výčet použitých předpisů a norem je uveden v části 01 – Zadání diplomové práce této dokumentace.

8 ZATÍŽENÍ

Zatížení pro výpočet ocelové konstrukce bylo stanoveno v souladu se sadou norem ČSN EN 1991. Ve statickém výpočtu se uvažuje s následujícími zatíženími:

8.1 ZATÍŽENÍ STÁLÁ:

Vlastní tíha ocelové konstrukce:	generuje výpočetní program s pro výpočet zvýšenou objemovou hmotností oceli 8007 kg.m^{-3} .	
Šterkové kolejové lože výšky 0,55 m:	$1,00 \text{ kN.m}^{-2}$	$\gamma_F=1,35$
Kolejnice, pražce a upevňovadla:	$1,60 \text{ kN.m}^{-3}$	$\gamma_F=1,35$

8.2 ZATÍŽENÍ PROMĚNNÁ UŽITNÁ:

Zatížení dopravou:	Výpočtový model 71	$\gamma_F=1,45$
Boční rázy:	100 kN	$\gamma_F=1,45$
Brzdné a rozjezdové síly:	1000 kN	$\gamma_F=1,45$

8.3 ZATÍŽENÍ PROMĚNNÁ KLIMATICKÁ:

Zatížení větrem:	II. větrná oblast, terén III. kategorie, $v_{b0} = 25 \text{ m.s}^{-1}$	$\gamma_F=1,50$
Zatížení teplotou:	Předpokládaná teplota $T_0 = 10^\circ\text{C}$.	montáže $\gamma_F=1,50$

9 GEOMETRIE KONSTRUKCE

9.1 VÝŠKOVÉ ÚROVNĚ:

Niveleta koleje:	+316,977 m. n. m. B.p.v.
Niveleta pozemní komunikace:	+308,500 m. n. m. B.p.v.

10 TECHNICKÝ POPIS KONSTRUKCE

10.1 VŠEOBECNĚ:

Nosná konstrukce je navržena podle ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových mostů. Nosnou konstrukci mostu tvoří příhradová konstrukce o jednom poli. Rozpětí mostu je 40,0 m. Most je veden ve směrové přímé s konstantním střeovitým sklonem.

10.2 NOSNÁ KONSTRUKCE:

Konstrukce mostu sestává ze dvou hlavních příhradových nosníků. Na hlavní nosníky je upevněna mostovka sestávající z mostovkového plechu, příčníků a podélných výztuh.

Hlavní nosníky o statické výšce 5,00 m jsou osově vzdáleny 5,80 m. Velikost modulu příhrady je 8,00 m. Příhradové soustava je bezsvislicová pouze s taženými a tlačnými diagonálami. Staticky působí konstrukce jako prostý nosník o rozpětí 40,00 m. Na obou koncích konstrukce navazuje na stávající objekty mostních gravitačních opěr.

Konstrukce je uložena přes hrncová ložiska na úložné prahy stávajících gravitačních opěr.

Horní pásy příhradových nosníků jsou tvořeny svařovaným uzavřeným průřezem celkových vnějších rozměrů 440×422 mm. Horní pásnice má tloušťku 22 mm, spodní pásnice potom 20 mm. Stojiny jsou z plechů silného 18 mm.

Dolní pás je tvořen svařovaným I profilem. Celková výška profilu je 1360 mm. Horní pásnice má rozměry 364×30 mm, spodní pásnice 440×30 mm a stojina 1300×12 mm.

Výplňové diagonály tvoří svařovaný I průřez. Pásnice o rozměrech 300×18 mm spojuje stojina 364×12 mm. Koncové diagonály navazují na horní pás příhrady a mají tedy shodný průřez jako horní pás nosníku.

Mostovka z plechu tloušťky 14 mm je vynesena na příčnicích svařovaných z obrácených T profilů. Pásnice je z plechu o rozměrech 500×30 mm a stojina z plechu 700×22 mm. Koncové příčníky jsou tvořeny z obrácených T profilů o rozměrech pásnice 450×30 mm a stojiny 700×18 mm. Příčníky jsou připojeny k hlavním nosníkům ve vzdálenostech jedné třetiny délky příhrady, tedy 2667 mm. Mostovka je vyztužena podélnými výztuhami tvořenými plechem o rozměrech 200×20 mm ve vzdálenostech 400 mm.

10.3 MOSTNÍ VYBAVENÍ:

10.3.1 LOŽISKA:

Nosná konstrukce je uložena na hrncová ložiska firmy Mageba typu RESTON POT. Ložisko K1 je pevné ložisko typu TF 5.5 o svislé nosnosti 7307 kN a horizontální nosnosti 1397 kN.

Ložisko K2 typu TE 6.5i je příčně posuvné ložisko o svislé nosnosti 8838 kN, horizontální nosnosti 1336 kN a umožňující příčný posun ± 5 mm.

Ložisko K3 typu TE 3.5a je podélně posuvné ložisko o svislé nosnosti 3577 kN, horizontální nosnosti 662 kN a umožňující podélný posun ± 55 mm.

Ložisko K4 typu TA 3.5 je všesměrně posuvné ložisko o svislé nosnosti 3577 kN a umožňující příčný posun ± 5 mm a podélný posun ± 55 mm.

10.3.2 ODVODNĚNÍ:

Odvodnění je řešeno podélným a příčným spádem mostovky. Voda steče příčným spádem k hlavním nosníkům, kde je opačným sklonem vytvořen podélný žlab, který je po daných vzdálenostech opatřen vtoky odvodňovacích zařízení. Na tyto zařízení jsou osazeny PE svody. Ty jsou pod mostovkou skrze otvory v příčnicích vedeny ke gravitačním opěrám konstrukce mostu, kde jsou podél opěr svedeny do odvodňovacích příkopů pozemní komunikace.

10.3.3 ZÁBRADLÍ:

Konstrukce zábradlí je tvořena soustavou trubek. Zábradelní madlo je tvořeno trubkou TR 48,3×5 mm. Sloupek profilem TR 42,4×4 mm a zábradelní výplň profilem TR 33,7×4 mm. Výška zábradlí nad pochozí úrovní kolejového lože je 1200 mm.

11 POŽÁRNÍ OCHRANA

Dle požárně bezpečnostního řešení se jedná o prostor bez požárního rizika, odolnost ocelových konstrukcí není zvlášť posuzována.

12 POVRCHOVÁ OCHRANA

Všechny části ocelové konstrukce musí být opatřeny protikorozní ochranou dle ČD S 5/4. Pro protikorozní ochranu musí být použity výhradně nátěrové systémy, které odpovídají specifikaci ONS03 dle ČD S 5/4 a disponují osvědčením odborného orgánu ČD.

Zhotovitel protikorozní ochrany musí zpracovat technologický předpis protikorozní ochrany pro podmínky konkrétního mostního objektu dle ČD S 5/4, příl. 6, který bude mimo jiné zpracován s ohledem na časový harmonogram průběhu stavby a na zvolený postup prováděné protikorozní ochrany. Dále musí tento předpis definovat počet, velikost a umístění kontrolních ploch. Tento technologický předpis podléhá schválení objednatelem.

V dané lokalitě je korozní agresivita prostředí stupně C3 dle ČSN EN ISO 12944-2, v zimních měsících je však třeba (s ohledem na mobilní zdroje emisí) uvažovat se stupněm C4. Požadovaná životnost protikorozní ochrany vysoká, záruční doba min. 5 let.

Necelistvosti materiálu vyčnívající z povrchu je nutno zabrousit. Hrany nosníku včetně okrajů vrtaných otvorů v oblasti opatřené protikorozní ochranou musí být zaobleny na $R = 2$.

Požaduje se, aby protikorozní ochrana byla provedena pro stupeň korozní agresivity prostředí C4 například následovně:

- a) Povrch OK opatřený nátěrovým systémem otryskán na stupeň čistoty min. Sa3: Spodní pásnice nosníků a část stěny 60 mm až 80 mm nad úroveň horní plochy dolní pásnice nosníku. Minimálně 40 mm nad hranici systému protikorozní ochrany na stěně nosníku.
- b) Podklad pod nátěrový systém: kovový povlak provedený žárovým stříkáním: Spodní pásnice nosníků a část stojiny 40 mm až 60 mm nad úroveň horní plochy dolní pásnice nosníku. Minimálně 20 mm nad hranici systému protikorozní ochrany na stěně nosníku.
- c) Ochranný nátěrový systém ONS03 (pro stupeň korozní agresivity prostředí C4) dle ČD S 5/4 (základní nátěr, podkladový nátěr, vrchní nátěr) pro žárově stříkaný kovový podklad: Spodní pásnice nosníků a část stojiny 20 mm až 40 mm nad úroveň horní plochy dolní pásnice nosníku.

ad a) Stupně tryskání dle ČSN ISO 8501-1

ad b) Kovový povlak provést (pro stupeň korozní agresivity prostředí C4) žárovým stříkáním: zinku $120\ \mu\text{m}$ nebo ZnAl15 $100\ \mu\text{m}$.

Přesnou specifikaci viz schválené systémy protikorozní ochrany (např. www.mosty.cz).

13 MATERIÁL

Hlavní nosná konstrukce je navržena z konstrukční oceli S355 J2. Trubkové konstrukce zábradlí jsou navrženy z oceli S 235 JR. Tyto oceli mají zaručenou svařitelnost.

13.1 ZÁKLADNÍ MATERIÁL – PLECHY S355 J2

Materiál dle ČSN EN 10025 + A1, protokol o přejímce 3.2 dle ČSN EN 10204.

Stav dodání: Požadován stav dodání N. Plechy budou normalizačně žíhány. Smí se 1x normalizačně žíhat.

Povrch plechů: Požadován dle ČSN EN 10163 – 1 až 3: třída A, podskupina 2.

Rozměrové úchytky: Plechy budou vyrobeny dle rozměrové normy ČSN EN 10029. Mezní úchytky tloušťek plechů třídy A, tolerance rovinnosti plechů normální, tj. třída N.

Značení plechů: Je požadováno vyznačení čísla plechu - doplňkový požadavek 16 dle ČSN EN 10025+A1. Musí být vyznačeny údaje tloušťka, šířka délka plechu. Musí být vyznačeny údaje o značce a jakostním stupni oceli. Musí být vyznačeno číslo tavby.

Rozsah zkoušek materiálu:

- a) chemické složení dle ČSN EN 10025 + A1 (v rozsahu nutném pro CEV)
Provádí se na tavbu.
- b) uhlíkový ekvivalent CEV dle tab. 4 ČSN EN 10025+A1
Provádí se na tavbu.
- c) mez pevnosti na základě zkoušky tahem dle ČSN EN 10002-1
Provádí se na každý vývalek
- d) mez kluzu na základě zkoušky tahem dle ČSN EN 10002-1
- e) tažnost na základě zkoušky tahem dle ČSN EN 10002-1
- f) vrubová houževnatost na základě zkoušky rázem v ohybu dle ČSN EN 10045-1 avšak při teplotě -25°C. Požadována min. průměrná hodnota nárazové práce 40 J. Provedeno pro každý vývalek tak, že budou z každého vývalku odebrány dva vzorky – jeden ze začátku a druhý z konce vývalku. Z každého vzorku budou vyrobena tři tělíska, která budou zkoušena. Zkouška vyhoví tehdy, bude-li průměr nárazové práce ze všech šesti tělísek min. 40 J, přičemž max. dva vzorky smějí mít hodnotu nárazové práce nižší než 40 J, ale nejméně 28 J (70 % min. prům. hodnoty).
- g) homogenita na základě zkoušky ultrazvukem dle ČSN EN 10 160
Základní materiál musí v celé ploše odpovídat třídě jakosti S1
Zkouší se v rastru 200 mm x 200 mm
Okraje materiálu musí v oblasti svarových hran odpovídat třídě jakosti E2
- h) zkouška lamelární praskavosti dle ČSN EN 10 164
Požaduje se třída jakosti Z25
Pro stěny PN v oblasti svarových spojů se stěnami příčníků na podpěrách 2P, 3P, 4P, 2L, 3L, 4L

13.2 ZÁKLADNÍ MATERIÁL – PROFILY S255 J2

Materiál dle ČSN EN 10025 + A1, dokument kontroly 2.1 dle ČSN EN 10204. Profily z tohoto materiálu budou použity pro výrobu zábradlí.

14 ZEMNĚNÍ

Ocelová konstrukce musí být vodivě propojena a napojena na uzemněné části stavby ve smyslu ČSN EN 62305-4 Ochrana před bleskem. Tato napojení nejsou v detailech ani technickém popisu dále uváděna. Budou však zahrnuta v cenách jednotlivých pozic. Propojení a zakončení k zemním vodičům musí být provedeno odbornou firmou a musí odpovídat požadavkům ČSN i jejích částí.

15 VÝROBA A MONTÁŽ

15.1 ZAŘAZENÍ KONSTRUKCE DO VÝROBNÍ SKUPINY

Hlavní nosná konstrukce je zařazena do výrobní skupiny Aa - dynamicky namáhané konstrukce s požadavkem dílenského sestavení.

15.2 PODMÍNKY PRO VÝROBU

Pro výrobu platí tyto základní normy:

ČSN 73 2601	Provádění ocelových konstrukcí
ČSN 73 2603	Provádění ocelových mostních konstrukcí
ČSN 73 2611	Úchylky rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí
ČSN EN ISO 5817	Svarové spoje ocelí zhotovené obloukovým svařováním
Technické a kvalitativní podmínky ČD	

Tolerance rozměrů svařovaných nosníků musí odpovídat ČSN 73 2611. V případě rozporu v údajích výše uvedených norem jsou rozhodující nařízení ČSN 73 2611.

Mimo rámec ČSN 73 2611 požaduje projektant OK splnění následujících podmínek při výrobě a montáži OK:

- Odchyłky od předepsaných hodnot nadvýšení se připouštějí pouze kladné. Velikost odchyłky maximálně do 5% hodnoty nadvýšení v příslušném poli.
- Příčná odchyłka polohy ložisek na podpěrách se smí lišit od hodnot RDS o ± 5 mm.
- Odchyłka od rovinnosti kotevních desek ložiska nejvíce 0,3 mm / m.
- Odchyłka rozteče vrtání závitů v kotevních deskách ložiska max + 0,5 mm

Veškeré svářečské práce na nosné OK budou prováděny dle ČSN EN ISO 5817, stupeň jakosti vysoký, symbol B.

Požaduje se, aby příčné dílenské a montážní svary vyhovovaly podmínkám jakosti RT KS2, zkouška radiografickou metodou dle ČSN EN 1435, stupeň přípustnosti 2 dle ČSN EN 12517, stupeň jakosti B dle ČSN EN 25817.

Dílenské K svary stojin PN a příčníků musí vyhovovat podmínkám jakosti UT SP2, kontrola ultrazvukem dle ČSN EN 1714, tř. zkoušení B, vyhodnocení dle ČSN EN 1712, stupeň přípustnosti 2.

Hrany dílenských a montážních styků po vytvoření úkosu musejí vyhovovat zkoušce ultrazvukem podle ČSN EN 10 160 – třída jakosti E2, aby byla zajištěna homogennost materiálu na svarové hraně.

Krční svary musí být provedeny ve stupni jakosti B dle ČSN EN 25817.

U tupých svarů pásnic a stěn není požadováno broušení, převýšené svary se připouštějí - viz ČSN EN ISO 5817.

U tupých svarů se požaduje použití kontrolních destiček ve 30 % případů pro případné zkoušení. U ostatních tupých svarů budou použity destičky výběhové.

Pro kontrolní destičky se požaduje provedení zkoušky:

- a) mez pevnosti na základě zkoušky tahem dle ČSN EN 10002-1
- b) vrubová houževnatost na základě zkoušky rázem v ohybu dle ČSN EN 10045-1 avšak při teplotě -25°C. Požadována min. průměrná hodnota nárazové práce 40 J. Provedeno tak, že budou z každého vývalku odebrány dva vzorky – jeden ze začátku a druhý z konce vývalku. Z každého vzorku budou vyrobeny tři tělíska, která budou zkoušena. Zkouška vyhoví tehdy, bude-li průměr nárazové práce ze všech šesti tělísek min. 40 J, přičemž max. dva vzorky smějí mít hodnotu nárazové práce nižší než 40 J, ale nejméně 28 J (70 % min. prům. hodnoty).

Ve VVOK bude zpracován výkres kontroly svarů.

Hrany nosníků, které budou opatřeny protikorozní ochranou, musí být zaobleny na $R = 2 \text{ mm}$.

Dílenské přejímky během výroby OK jsou povinné. Budou se konat vždy po dohodě s objednatelem OK v závislosti na postupu montáže. Dílenská přejímka bude provedena za účasti ČD.

15.3 PODMÍNKY PRO MONTÁŽ

Pro montáž OK platí tyto základní normy:

ČSN 73 2601	Provádění ocelových konstrukcí
ČSN 73 2603	Provádění ocelových mostních konstrukcí
ČSN 73 2611	Úchylky rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí

Technické a kvalitativní podmínky ČD

V případě rozporu v údajích výše uvedených norem jsou rozhodující nařízení ČSN 73 2611.

Montáž bude probíhat na dočasných montážních podpěrách po jednotlivých montážních dílcích. Dílce budou osazovány na montážní podpěry pomocí mobilních jeřábů z úrovně terénu. Montážní dílce budou na montážních podpěrách uloženy na lisech umožňujících rektifikaci dílců.

Montáž začíná konstrukcí pravou ve směru staničení. Po dokončení montáže konstrukce pravé, bude rovněž ve směru staničení smontována konstrukce levá.

Po provedení montážních styků a provedení RT kontroly styků budou k OK společně s kotevními deskami ložiska přišroubována hrncová ložiska ve fixované poloze. Celá konstrukce bude rektifikována a ložiska podlita. Poté se uvolní dočasné montážní podepření a konstrukce bude spuštěna na lisech spodní stavbu.

U tupých svarů se požaduje použití kontrolních destiček pro případné zkoušení a destiček výběhových.

Zhotovitel musí zpracovat technologický předpis montáže, který musí být schválen objednatelem.

Bude provedena montážní prohlídka konstrukce za přítomnosti ČD.

16 BEZPEČNOST PRÁCE

Při realizaci je nutné seznámení všech zúčastněných osob s bezpečnostními zákony, vyhláškami, nařízeními vlády a souvisejícími platnými normami v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Základní povinnosti dodavatele stavebních prací upravuje Zákoník práce v úplném znění č. 65/1965 Sb. v hlavě páté „Bezpečnost a ochrana zdraví při práci“ se zdůrazněním § 132 – základní ustanovení, § 132a – prevence rizik a § 133 – povinnosti zaměstnavatele.

Stavební práce se řídí především vyhláškou ČÚBP č. 324/1990 Sb., o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích. (zdůrazněné povinnosti dodavatele stavebních prací)

Část první: Základní povinnosti dodavatele stavebních prací jsou stanoveny v § 3. V rámci přípravy stavby je nutno postupovat dle § 4 – příprava staveb, kde je nutno zpracovat technologický a pracovní postup.

Část druhá: Stavební práce v mimořádných podmínkách § 8 – stavební práce v nebezpečném prostředí a v nebezpečném prostoru.

Část třetí: Způsobilost pracovníků a jejich vybavení § 9 povinnosti dodavatelů stavebních prací, § 10 – povinnosti pracovníků.

Část čtvrtá: Specifikace staveniště § 11 - vymezení a příprava staveniště

§ 12 - vnitrostaveništní komunikace

§ 13 - zajištění otvorů a jam

§ 14 - vertikální komunikace

§ 15,16 - skladování

Část pátá: Zemní práce § 18 - vyznačení inženýrských sítí

§ 19 - zajištění výkopových prací

Část šestá: Betonářské práce a související § 29 - bednění, podpěrné konstrukce a podpěrná lešení

§ 30 - posuvné a speciální bednění

§ 32 - předpínání výstuže

§ 33 - doprava a ukládání betonové směsi

§ 35 - odbedňování a uvolňování konstrukcí

§ 36 - železářské práce

Část osmá: Montážní práce § 40 - příprava montáže

§ 43 - montážní a bezpečnostní přípravky a vazací prostředky

§ 45 - manipulace s břemeny

Část devátá: Práce ve výškách a nad volnou hloubkou

§ 48 - zajištění proti pádu

§ 50 - osobní zajištění

§ 52- zajištění pod místem práce ve výšce a jeho okolí

§ 56 - výstupy

Část jedenáctá: Stroje a strojní zařízení § 73- provozní podmínky strojů

§ 75 - zakázané činnosti

§ 85-88- stavební vrátky, kladkostroje, výtahy

Část dvanáctá: Práce související se stavební činností

§ 92 - manipulace

§ 95 - práce se živici

§ 96 - natavovací práce na propan-butan

§ 99 - svařování

Další související základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce jsou zejména:

Vyhláška ČUBP č.48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení (zdůrazněné povinnosti dodavatele stavebních prací).

Část druhá: Pracovní a provozní objekty § 11 - podlahy

§ 14 - otvory v podlahách, ve stropích a zdech

§ 26 – zábradlí

Část třetí: Stroje a strojní zařízení § 41 - používání strojů a technických zařízení v blízkosti elektrického vedení

Část jedenáctá: Elektrická zařízení § 194 – 199 – ochranná opatření, el. vedení.

Část třináctá: Zdvihací zařízení § 207 – 224 – použití výtahů a jeřábů

Vyhláška ČÚBP a ČÚB č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice se zdůrazněním:

§ 3 – pracovníci seznámení

§ 4 – pracovníci poučení

Nařízení vlády č. 523/2002 Sb., kterým se mění nařízení vlády č.178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci

Část druhá: Rizikové faktory pracovních podmínek § 8 – zdravotní rizika a opatření k ochraně zdraví při ruční manipulaci s břemeny, příloha část „C“

Část třetí: Hygienické požadavky na pracoviště § 28 – 29 zásobování vodou, sanitární zařízení

Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí § 2 písm. e,f,g – místní provozní bezpečnostní předpis.

Nařízení vlády č. 494/2001 Sb., kterým se stanoví způsob evidence, hlášení a zaslání záznamů o úrazu § 1- 5 – povinnosti zaměstnavatele.

Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků v návaznosti na ZP § 132 – opatření k prevenci rizik.

Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů

§ 5, 6 – povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob

§ 15 – dokumentace požární ochrany

§ 16 školení a odborná příprava zaměstnanců o požární ochraně

Vyhláška MV č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti

§ 3, 9 – umístění hasících přístrojů, hasící přístroje

§ 11 – podmínky pro hašení požárů a pro záchranné práce

§ 30 – 40 dokumentace požární ochrany

Vyhláška MV č. 87/2000 Sb., kterou se stanoví podmínky požární bezpečnosti při svařování, nahřívání živců v tavných nádobách

§ 3 – podmínky pro zahájení svařování a po skončení svařování

Doplnění o platné ČSN:

1. ČSN 26 9030 – Zásady bezpečné manipulace
2. ČSN 33 1610 – Revize a kontroly elektrického ručního nářadí
3. ČSN 74 3305 – Ochranná zábradlí
4. ČSN EN 131-2 – Žebříky
5. ČSN 65 0201 – Hořlavé kapaliny
6. ČSN 73 0845 – Požární bezpečnost staveb - Sklady

KONEC TEXTU TECHNICKÉ ZPRÁVY



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST PŘES MÍSTNÍ SILNICI VARIANTA A - STATICKÝ VÝPOČET

RAILWAY BRIDGE ACROSS LOCAL ROAD
VARIANT A - STRUCTURAL ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN OLBERT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCH

BRNO 2016

OBSAH

1	Technická zpráva ke statickému výpočtu	2
1.1	Identifikační údaje stavby.....	2
1.2	Technické řešení	2
1.2.1	Hlavní údaje o navrhovaném mostním tělese.....	2
1.3	Předpoklady výpočtu	3
1.3.1	Nosná konstrukce	3
1.3.2	Ložiska	3
1.3.3	Spodní stavba.....	3
2	Dispoziční řešení	4
3	Statický výpočet nosné konstrukce mostu	5
3.1	Výpočtový model	5
3.1.1	Popis výpočtového modelu.....	5
3.1.2	Materiál konstrukce	5
3.2	Zatížení konstrukce.....	6
3.2.1	Stálá zatížení.....	6
3.2.2	Zatížení dopravou	6
3.2.3	Zatížení větrem	8
3.3	Vnitřní síly.....	11
3.3.1	Kombinace vnitřních sil	11
4	Statický výpočet nosné konstrukce mostu	12

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA KE STATICKÉMU VÝPOČTU

Předmětem diplomové práce je vypracování návrhu ocelové konstrukce jednokolejného železničního mostu přes místní komunikaci na trati 251 Tišnov – Nové Město na Moravě. Mostní objekt má jedno pole o rozpětí cca 40 m.

K určení hodnot zatížení a pro statický výpočet konstrukce byla použita soustava evropských norem ČSN EN a strojové výpočty byly provedeny pomocí software SCIA Engineer od společnosti Nemetschek.

1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Stavba:	3/251 TIŠNOV – NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ
Objekt:	Nový železniční most na trati č. 251 v km 20,425
Místo objektu:	Doubravník
Okres:	Brno-venkov
Kraj:	Jihomoravský
Stavebník:	Správa železniční dopravní cesty, s. o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Projektant:	Bc. Jan Olbert Kamenná čtvrť 84, 639 00 Brno
Stupeň PD:	DPS

1.2 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Mostní objekt je navržen jako jednopolový s rozpětím pole 40,00 m. Nosnou konstrukci tvoří příhradové hlavní nosníky s dolní ortotropní ocelovou mostovkou s kolejovým ložem. Nosná konstrukce je uložena na stávající spodní stavbu tvořenou dvěma gravitačními opěrami.

1.2.1 HLAVNÍ ÚDAJE O NAVRHOVANÉM MOSTNÍM TĚLESE

Traťová rychlost:	50 km.h ⁻¹
Směrové poměry:	širá trať v přímé
Sklonové poměry:	stoupá 1,1 ‰ v směru staničení
Železniční svršek:	UIC60 - B91
Překážka:	silnice III/38715, Doubravník, okr. Brno-venkov
Úhel křížení:	cca 92,6 °
Rozpětí pole:	40,00 m
Délka nosné konstrukce:	40,78 m
Šířka mostu:	6,24 m

1.3 PŘEDPOKLADY VÝPOČTU

1.3.1 NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce mostu je navržena jako příhradová trémová konstrukce s dolní ortotropní ocelovou mostovkou s kolejovým ložem. Rozpětí mostu je 40,00 m a osová vzdálenost hlavních nosníků 5,80 m. Hlavní nosníky mají tvar jednosměrné příhradové soustavy. Osová vzdálenost pásů hlavního nosníku je 5,00 m.

Horní pás hlavního nosníku je tvořen uzavřeným svařovaným průřezem. Horní pásnice má rozměry 440×22 mm, stojiny 400×18 mm a dolní pásnice 364×16 mm.

Dolní pás je otevřený svařovaný I průřez. S dolní pásnicí o rozměrech 440×30 mm, horní pásnicí 364×30 mm a stojnou 1300×12 mm.

Krajní diagonály jsou tvořeny stejným průřezem jako horní pás. Vnitřní diagonály tvoří svařovaný I průřez s pásnicemi 300×18 mm a stojnou 364×12 mm. Diagonály jsou s horním a dolním pásem hl nosníku spojeny tupými svarovými spoji.

Mostovka se skládá z plechu o tloušťce 14 mm, který je vyztužen podélnými výztuhami jednoduchého I tvaru o rozměrech 200×20 mm. Osová vzdálenost podélných výztuh je 400 mm.

V příčném směru je most zabezpečen příčníky. Ty tvoří svařovaný obrácený T průřez shora uzavřený mostovkovým plechem. Rozměry vnitřních příčníků jsou následující: stojina 700×22 mm a spodní pásnice 500×30 mm. Koncové příčníky potom mají stojinu o rozměrech 700×18 mm a pásnici 450×30 mm. S příčníky spolupůsobí plech mostovky v účinné efektivní šířce $2 \times b_{\text{eff}} = 1370$ mm v případě vnitřních příčníků a $b_{\text{eff}} = 560$ mm v případě koncových příčníků. Osová vzdálenost příčníků je 2667 mm.

Nosná konstrukce je navrhovaná z oceli pevnostní třídy S355 J2 a její plánovaná životnost je 100 let.

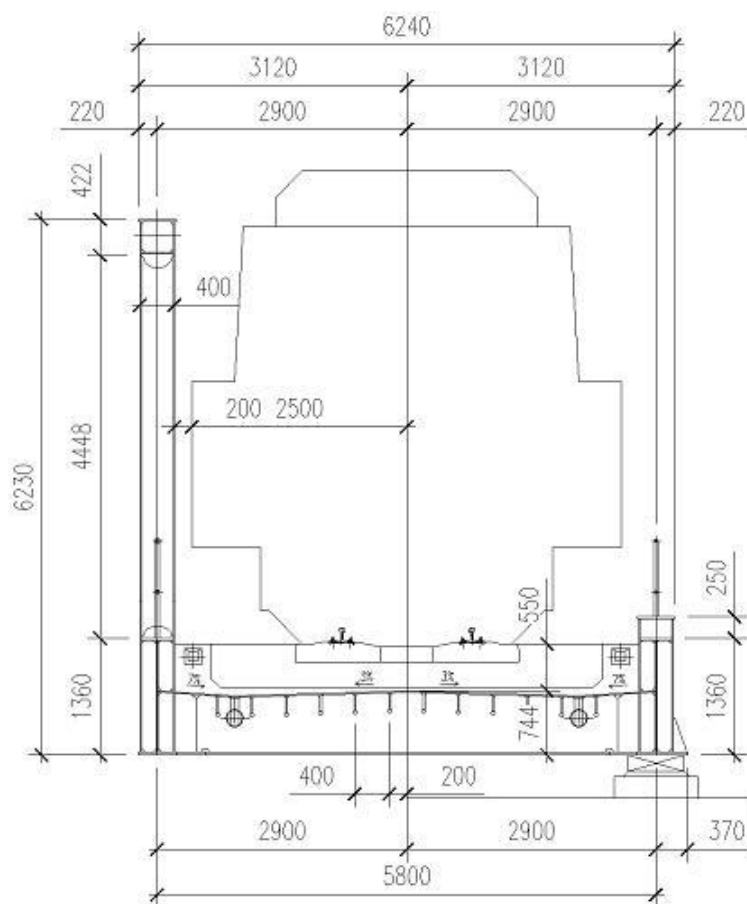
1.3.2 LOŽISKA

Nosná konstrukce mostu bude uložena na ocelová hrncová ložiska. Na východní straně mostu (směr Tišnov) bude konstrukce uložena na posuvná hrncová ložiska a na opačné straně (směr Nové Město na Moravě) bude uložena na pevné podpory. Ložiska budou osazena na úložné prahy stávajících gravitačních opěr.

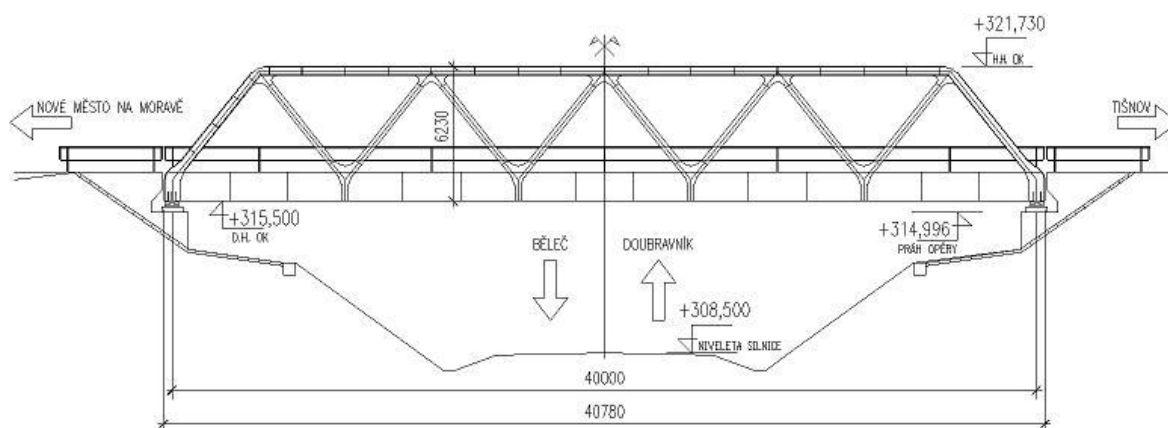
1.3.3 SPODNÍ STAVBA

Spodní stavba mostu je tvořena dvěma gravitačními opěrami. Jejich konstrukce, resp. revize, není předmětem řešení této diplomové práce.

2 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ



Obrázek 2-1: Příčný řez nosnou konstrukcí v poli (vlevo) a nad podporou (vpravo)



Obrázek 2-2: Pohled na nosnou konstrukci

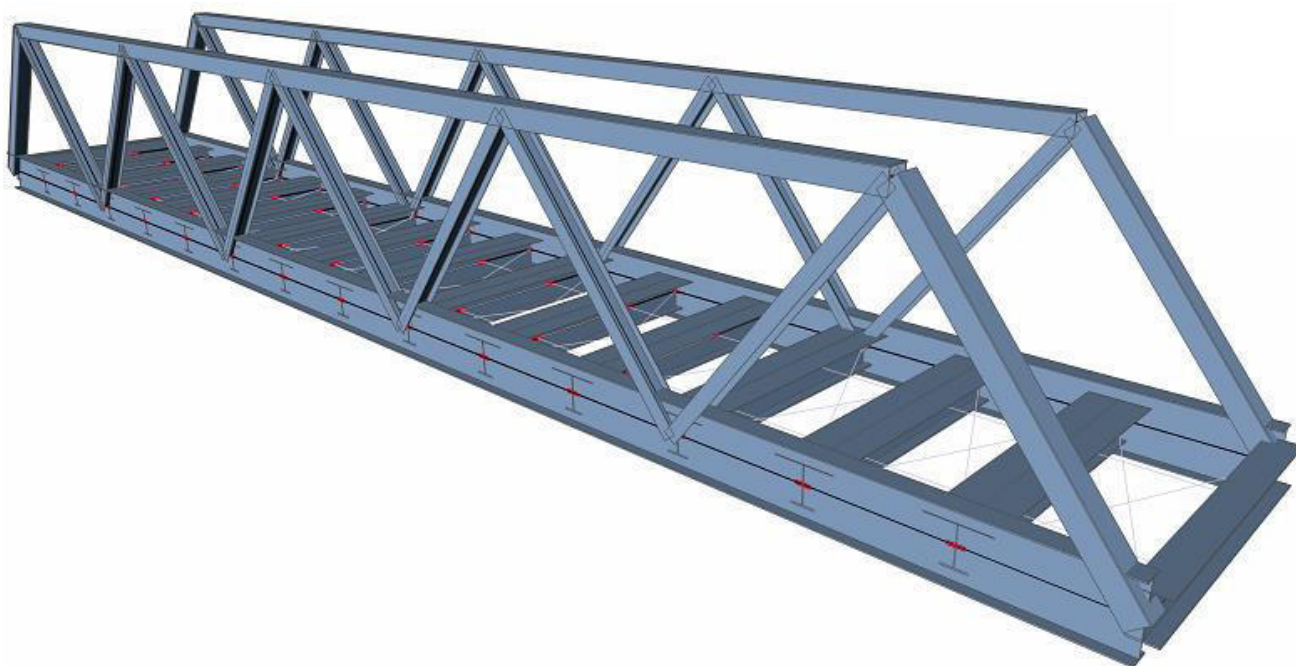
3 STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

3.1 VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočtový model byl vytvořený v software SCIA Engineer společnosti Nemetschek.

3.1.1 POPIS VÝPOČTOVÉHO MODELU

Pro vyšetření globálních účinků zatížení na nosnou konstrukci byl vytvořen prostorový model (*obr. 3-1*), který zohledňuje relevantní geometrické a materiálové charakteristiky konstrukce. Hlavní příhradové nosníky a příčníky jsou modelovány jako 1D pruty.



Obrázek 3-1: Výpočetní model nosné konstrukce vytvořený v software SCIA Engineering.

Hlavní nosníky mají tvar jednosměrné příhradové soustavy. Osová vzdálenost pásů hlavního nosníku je 5000 mm. Přípoje výplňových prutů k pásům příhrady jsou modelovány jako kloubové. Průřezy jednotlivých prutů příhradové soustavy jsou popsány podrobně v kapitole 1.3.1.

3.1.2 MATERIÁL KONSTRUKCE

Pro nosnou konstrukci je použita ocel třídy S355 J2. Objemová hmotnost oceli je pro výpočet zvýšena o 2 % kvůli přídavku na svary, tedy ze standardních 7850 kg.m^{-3} na 8007 kg.m^{-3} .

Materiál	Typ	Objemová hmotnost [kg.m^{-3}]	ν [-]	E [MPa]	G [MPa]
Ocel	S355 J2	8007	0,30	210 000	81 000

Tabulka 3-1: Materiál nosné konstrukce

3.2 ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

3.2.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

3.2.1.1 Vlastní tíha ocelové konstrukce

Vlastní tíha OK je automaticky generována softwarem s danou, pro výpočet zvýšenou, objemovou hmotností oceli 8007 kg.m^{-3} .

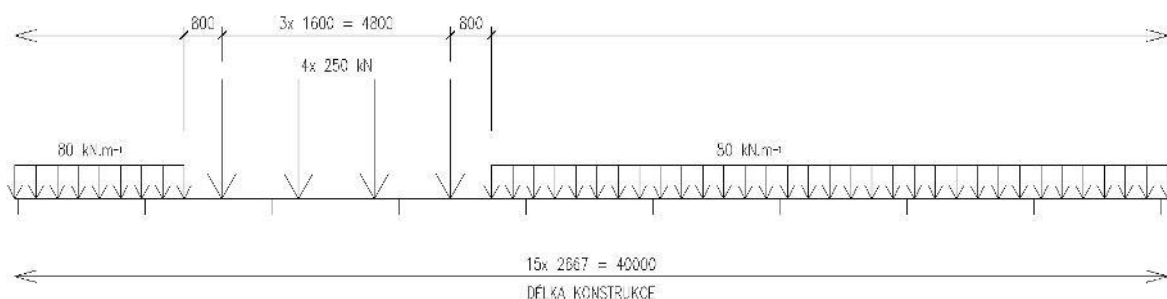
3.2.1.2 Ostatní stálé zatížení

- železniční svršek (kolejnice, pražce, upevňovací) $1,60 \text{ kN.m}^{-2}$
- šterkové kolejové lože výšky 0,55 m $11,00 \text{ kN.m}^{-2}$

3.2.2 ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

3.2.2.1 Svislé účinky železniční dopravy

Zatěžovací model LM 71 dle ČSN EN 1991-2



Obrázek 3-2: Zatěžovací soustava vlaku model 71

$$q_{vk} = 80 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Vliv možné excentricity výslednice zatížení vůči ose koleje e :

$$\frac{q_{v1}}{q_{v2}} + \frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} = 1,25$$

Tedy platí:

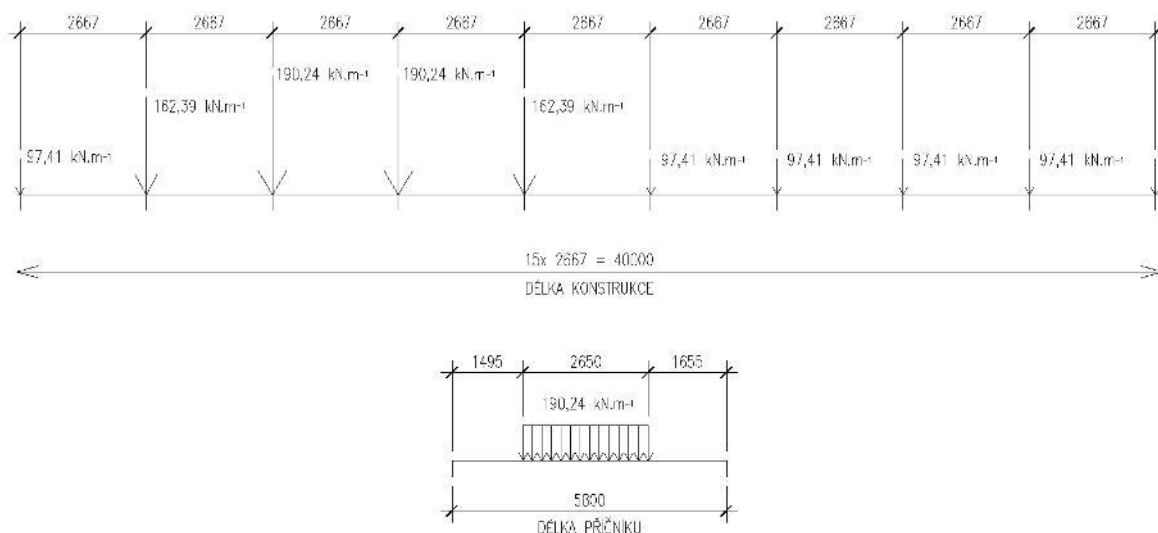
$$Q_{v1} = 138,88 \text{ kN}$$

$$Q_{v2} = 111,11 \text{ kN}$$

$$q_{v1} = 44,44 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$q_{v2} = 35,56 \text{ kN.m}^{-1}$$

Svislé zatížení od modelu 71 se roznáší na mostovku podle polohy zatěžovacího modelu na konstrukci jako spojitě plošné zatížení. Roznos pod pražcem má sklon 4:1. Při výšce šterkového lože 0,55 m je zatěžovací šířka v příčném směru 2650 mm. Zatížení je v příčném směru posunuto o vypočtenou excentricitu výslednice sil.



Obrázek 3-3: Model zatěžovacího vlaku 71. Roznos zatížení na jednotlivé kolejnice s vlivem excentricity.

Hodnota součinitele klasifikovaného zatížení $\alpha = 1,21$. Dynamické účinky na konstrukci jsou vyjádřeny součinitelem Φ_3 , který je pro každou část konstrukce řešen v kap. 3.2.2.4. Rozmístění modelu zatížení 71 na konstrukci bylo provedeno na základě příčinkových čar pro daný konstrukční prvek v konstrukci.

3.2.2.2 Boční ráz

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN}$$

V místě temene kolejnice. Roznos zatížení na dva nejbližší příčníky. Zatížení se uvažuje vždy v nejnepříznivější poloze. Pro přenásobení hodnot součinitelem α platí stejné podmínky jako pro svislé zatížení modelem 71.

3.2.2.3 Brzdné a rozjezdové síly

- brzdné síly pro model zatížení 71:

$$Q_{lb,k} = 20 \text{ kN} \times L_{ab} = 20 \times 40,0 = 800 \text{ kN} \leq 6000 \text{ kN}$$

- rozjezdové síly pro model zatížení 71:

$$Q_{la,k} = 33 \text{ kN} \times L_{ab} = 33 \times 40,0 = 1320 \text{ kN} > 1000 \text{ kN} \Rightarrow Q_{la,k} = 1000 \text{ kN}$$

Rozhodující je rozjezdová síla. Zatížení je uvažováno jako spojitě vodorovné na zatěžovací šířku 2650 mm na příčníky v obou směrech. Pro přenásobení hodnot součinitelem α platí stejné podmínky jako pro svislé zatížení modelem 71.

3.2.2.4 Dynamické účinky zatížení od železniční dopravy

Dynamické účinky zohledňujeme ve svislém zatížení od modelu 71 součinitelem Φ_3 (pro standardně udržovanou trať) určeným podle ČSN EN 1991-2:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 \in < 1; 2 >$$

Prvek	Náhradní délka L_Φ	Dynamický součinitel Φ_3
Hlavní nosník	$L = 40,00 \text{ m}$	1,08
Vnitřní příčník	$L = 2 \times a = 2 \times 5,80 = 11,60 \text{ m}$	1,40
Krajní příčník	$L = 5,80 \text{ m}$	2,00
Podélné výztuhy	$L = 3 \times b = 3 \times 2,67 = 8,00 \text{ m}$	1,55
Ložiska	$L = 40,00 \text{ m}$	1,08

Tabulka 3-2: Hodnoty dynamického součinitele zatížení od železniční dopravy pro jednotlivé prvky nosné konstrukce

3.2.3 ZATÍŽENÍ VĚTREM

Zatížení větrem uvažujeme ve směru kolmém k podélné ose mostu i ve směru rovnoběžném s podélnou osou mostu. Zatížení je počítáno zvlášť pro příhradu (horní pás a diagonály) a zvlášť pro trám (dolní pás) podle ČSN EN 1991-4.

Území okresu Brno-venkov: větrná oblast II

Výchozí základní rychlost větru: $v_{b,0} = 27,5 \text{ m.s}^{-1}$ omezena na 25 m.s^{-1} (viz ČSN EN 1990- 2, A2.2.1, A2.2.4)

Součinitel směru: $C_{dir} = 1,0$

Součinitel ročního období: $C_{season} = 1,0$

Základní rychlost větru:

$$v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,0 \times 1,0 \times 25 = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

Měrná hmotnost vzduchu: $\rho = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$

Základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 = 0,391 \text{ kN.m}^{-2}$$

3.2.3.1 Zatížení větrem kolmo k podélné ose mostu na trám mostu

Výška konstrukce mostu nad terénem: $z = 7 \text{ m}$

Součinitel orografie: $C_o = 1,0$

Parametr drsnosti terénu: $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Parametr kategorie terénu: $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Součinitel drsnosti terénu:

$$C_r(7) = k_r \times \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,215 \times \ln \left(\frac{7}{0,3} \right) = 0,678$$

Součinitel orografie:

$$C_0(7) = 1,0$$

Charakteristická střední rychlost větru:

$$v_m(7) = C_r(7) \times C_0(7) \times v_b = 0,678 \times 1,0 \times 25 = 16,95 \text{ m.s}^{-1}$$

Maximální dynamický tlak:

$$\begin{aligned} q_p(7) &= [1 + 7 \times I_v(7)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m^2(z) = [1 + 7 \times 0,32] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 16,95^2 \\ &= 0,58 \text{ kN.m}^{-2} \end{aligned}$$

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{6,0}{1,3} = 4,62 \rightarrow c_{f,x} = C_{f,0} = 1,11 \text{ (obr. 8.3 normy)}$$

$$A_{ref,x} = 1,3 \text{ m}^2$$

$$c_e = \frac{q_{p(z)}}{q_b} = \frac{0,58}{0,391} = 1,49$$

$$c = c_e \times c_{f,x} = 1,49 \times 1,11 = 1,65$$

Tlak větru na trám konstrukce:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times c \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 1,65 \times 1,3 = 0,84 \text{ kN.m}^{-1}$$

3.2.3.2 Zatížení větrem kolmo k podélné ose mostu na příhradu

Součinitel síly pro příhradové konstrukce:

$$c_{f,x} = C_{f,0} \times \psi_{\lambda} = 1,65 \times 0,97 = 1,60$$

$$\phi = \frac{A_{ref}}{A_c} = \frac{940234}{4921252} = 0,191 \rightarrow c_{f,0} = 1,65 \text{ (obr. 7.33 normy)}$$

$$c = c_e \times c_{f,x} = 1,49 \times 1,60 = 2,38$$

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times c \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 2,38 \times 0,94 = 0,87 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.3.3 Zatížení větrem na vlak kolmo k podélné ose mostu

Zatížení vlaku větrem se do konstrukce přenáší v místě temene kolejnice. Vzniká tedy příčná síla působící v těžišti příčníků a ohybový moment na rameni <vzdálenost osy příčnicku-temeno kolejnice>.

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k} = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{b,0}^2 \times A_{ref,x} = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 \times 3,06 = 1,20 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$M_{w,k} = F_{w,k} \times \frac{h_{vlak} + \frac{h_{trám}}{2}}{2} = 1,20 \times \frac{4 + \frac{1,3}{2}}{2} = 2,79 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.3.4 Zatížení větrem rovnoběžně s podélnou osou mostu

Zatížení ve směru podélné osy mostu uvažují zjednodušeně jako 50% násobek zatížení kolmo k podélné ose mostu. Zatěžují pouze dílce příhradového hlavního nosníku.

Tlak větru na příhradovou konstrukci:

$$F_{w,k,x} = 0,50 \times \rho F_{w,k,y} = 0,50 \times 0,87 = 0,44 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

3.2.4 ZATÍŽENÍ TEPLOTOU

Konstrukce není náchylná na nerovnoměrnou změnu teploty, tedy uvažují s rovnoměrnou změnou teploty. Oblast Brno, typ 1, teplota při montáži $T_0 = 10^\circ\text{C}$

$$T_{MAX} = 40^\circ\text{C}$$

$$T_{l,MAX} = 40 + 16 = 56^\circ\text{C}$$

$$T_{MIN} = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{l,MIN} = -30 - 3 = -33\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{N,CON} = T_0 - T_{l,MIN} = 10 + 33 = 43^{\circ}\text{C} - \text{zkrácení}$$

$$\Delta T_{N,EXP} = T_{l,MAX} - T_0 = 56 - 10 = 46^{\circ}\text{C} - \text{prodloužení}$$

Zatížení teplotou se projeví podélnou deformací (posunem) konstrukce a bude využito k návrhu ložisek.

3.3 VNITŘNÍ SÍLY

Výpočet vnitřních sil proběhl v software SCIA Engineer na výpočtovém modelu podrobně popsáném v kapitole 3.1 a zatíženém hodnotami zatížení uvedenými v kapitole 3.2.

3.3.1 KOMBINACE VNITŘNÍCH SIL

Kombinace vnitřních sil, resp. zatěžovacích stavů jsou provedeny v souladu s ČSN EN 1991-2.

3.3.1.1 Kombinace stálých zatížení „G“

Součinitel zatížení pro vlastní tíhu ocelové konstrukce a ostatní stálé zatížení $\gamma_G = 1,35$ (příp. 1,00)

3.3.1.2 Kombinace zatížení od železniční dopravy „Q“

Podle ČSN EN 1991-2, tab. 6.11.

Součinitel zatížení pro pohyblivé zatížení od železniční dopravy $\gamma_Q = 1,45$

3.3.1.3 Ostatní proměnná zatížení „F“ a zatížení větrem „W“

Součinitel zatížení pro proměnné zatížení $\gamma_F = \gamma_W = 1,50$

3.3.1.4 Kombinace s ostatními zatíženími

Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990, rovnice 6.10. Při kombinaci zatížení platí, že primární proměnné zatížení je zatížení od železniční dopravy. Tudíž platí pro Mezní Stav Únosnosti následující:

$$X_{Ed} = \gamma_G \times G + \gamma_Q \times Q + \gamma_W \times \psi_W \times W + \gamma_F \times \psi_F \times F$$

Pro Mezní Stav Použitelnosti potom platí:

$$X_{Ek} = G + Q + \psi_W \times W + \psi_F \times F$$

Výsledné vnitřní síly, napětí a deformace jsou použity u jednotlivých posudků ve strojovém výpočtu.

4 STATICKÝ VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

Na nadcházejících stranách následuje report statického výpočtu konstrukce provedeného pomocí programu Scia Engineer 2015.1.



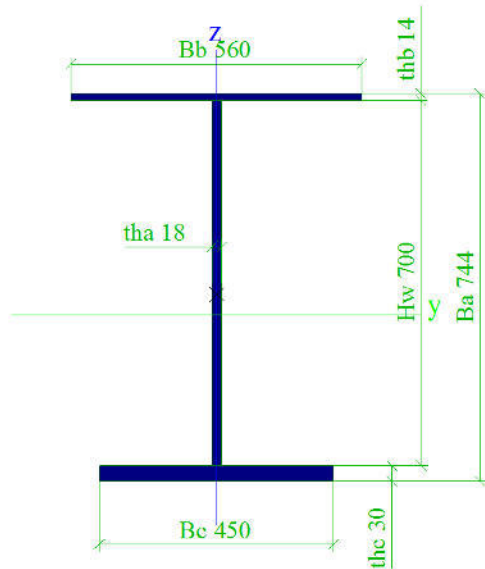
1. Obsah

1. Obsah	13
2. Průřezy	13
3. Materiály	18
4. Zatěžovací stavy	18
5. LC2 - Ostatní stálé zatížení	20
6. LC3 - Boční rázy	20
7. LC5 - Rozjezdová síla	21
8. LC7 - Zatížení teplotou (+)	21
9. LC9 - Vítr kolmo k podélné ose mostu	22
10. LC13 - Vítr rovnoběžně s podélnou osou mostu	22
11. LC15 - Model 71 v poloze pro zatížení hlavních příhradových nosníků	23
12. LC16 - Model 71 v poloze pro zatížení koncové tlačené diagonály	23
13. LC18 - Model 71 v poloze pro zatížení vnitřní tlačené diagonály	24
14. LC19 - Model 71 v poloze pro zatížení koncového příčnicku	24
15. LC20 - Model 71 v poloze pro zatížení vnitřních příčnicků	25
16. LC21 - Model 71 v poloze pro zatížení posuvných ložisek 2 a 4	25
17. Skupiny zatížení	25
18. Kombinace	26
19. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady	29
20. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady	33
21. Posudek MSÚ: Koncová diagonála	36
22. Posudek MSÚ: Vnitřní diagonála	39
23. Posudek MSÚ: Koncový příčník	43
24. Posudek MSÚ: Vnitřní příčník	48
25. Reakce v ložiskách K1 a K2	53
26. Reakce v ložiskách K3 a K4	53
27. Vodorovné posuny a natočení v ložiskách	54
28. Posudek MSP: Celkový průhyb konstrukce	54
29. Posudek MSP: Průhyb jednotlivých konstrukčních prvků	55
30. Vlastní frekvence	55
31. Výkaz materiálu	57

2. Průřezy

CS1_krajni_pricnik		
Typ	Iwn	
Detailní	744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	3,3940e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,0326e-02	1,3502e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,1799e-03	4,3304e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,4520e-03	1,5466e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	9,4864e-03	2,6731e-03
I _w [m ⁸], I _t [m ⁴]	5,6231e-05	5,9658e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	40
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	280	317
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,37e+06	3,37e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	9,49e+05	9,49e+05
A _t [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,4720e+00	3,4720e+00

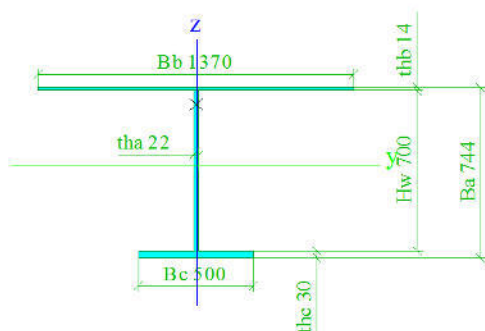
Obrázek



CS2_vnitri_pricnik

Typ	Iwn	
Detailní	744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	4,9580e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,0137e-02	1,6183e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,0351e-03	3,3130e-03
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2351e-02	4,8365e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,4819e-02	8,5288e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	1,4741e-04	8,0033e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	261
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	685	408
α [deg]	0,00	
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	5,26e+06	5,26e+06
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	3,03e+06	3,03e+06
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,1840e+00	5,1840e+00

Obrázek



CS4_horni_pas

Typ	Stěna komory	
Detailní	440; 22; 400; 18; 364; 16; 20	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m ²]	2,9904e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,4702e-02	1,4202e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,5955e-04	7,4619e-04



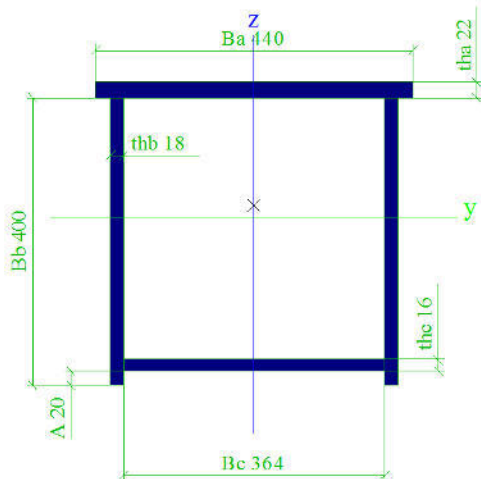
Projekt
Popis
Část

Železniční most přes místní silnici
Diplomová práce
Varianta A

Autor Bc. Jan Olbert
Datum 19. 11. 2015
Národní norma EC - EN

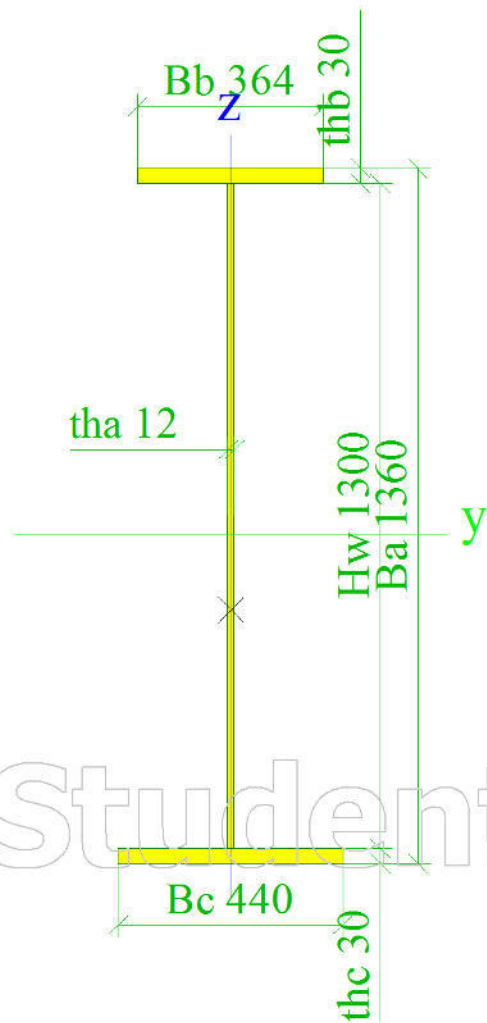
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	3,2349e-03	3,3918e-03
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	4,3810e-03	4,3452e-03
I_w [m ⁶], I_t [m ⁴]	2,9952e-08	9,9982e-04
d_v [mm], d_z [mm]	0	16
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	220	235
α [deg]	0,00	
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	1,56e+06	1,56e+06
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	1,54e+06	1,54e+06
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	1,7640e+00	3,2200e+00

Obrázek



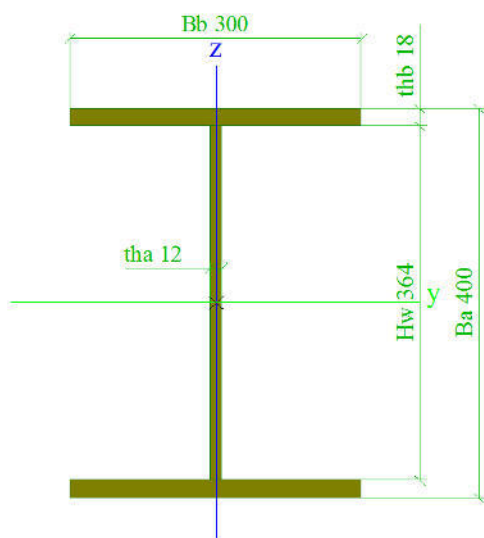
CS5 dolní pas		
Typ	Iwn	
Detailní	1360; 12; 364; 30; 440; 30; 1300; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	
A [m ²]	3,9720e-02	c
A_y [m ²], A_z [m ²]	2,2709e-02	1,6269e-02
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,2807e-02	3,3372e-04
$W_{el,y}$ [m ³], $W_{el,z}$ [m ³]	1,7833e-02	1,5169e-03
$W_{pl,y}$ [m ³], $W_{pl,z}$ [m ³]	2,1001e-02	2,4925e-03
I_w [m ⁶], I_t [m ⁴]	1,3618e-04	8,0021e-06
d_v [mm], d_z [mm]	0	-146
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	220	642
α [deg]	0,00	
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	7,46e+06	7,46e+06
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	8,85e+05	8,85e+05
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	4,3040e+00	4,3040e+00

Obrázek



CS6_diagonala_vnitřní		
Typ	Iw	
Detailní	400; 12; 300; 18; 364; 0	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	svařovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	c
A [m ²]	1,5168e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	9,8275e-03	4,8061e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,4251e-04	8,1052e-05
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,2126e-03	5,4035e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,4603e-03	8,2310e-04
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,9550e-06	1,3864e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	150	200
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	8,73e+05	8,73e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,92e+05	2,92e+05
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,9760e+00	1,9760e+00

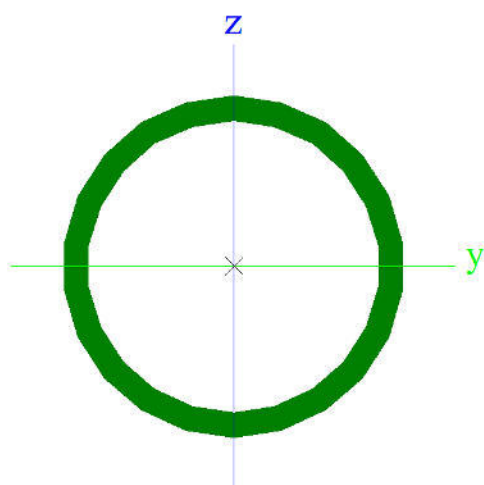
Obrázek



CS7 nahradni_ztuzidlo

Typ	CFCHS139.7X10	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	
Výroba	tvářený za studena	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m ²]	4,0750e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,5940e-03	2,5940e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,6189e-06	8,6189e-06
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2339e-04	1,2339e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,6855e-04	1,6855e-04
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	8,5221e-42	1,7238e-05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	70	70
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,98e+04	5,98e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,98e+04	5,98e+04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3900e-01	8,1489e-01

Obrázek

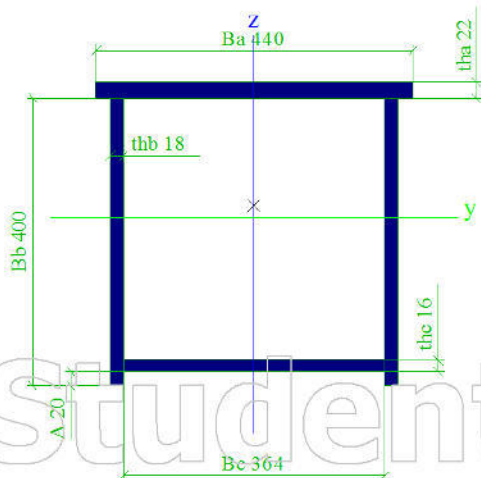


CS8 diagonal_krajni

Typ	Stěna komory	
Detailní	440; 22; 400; 18; 364; 16; 20	
Materiál	S 355 J2 (EN 10025-2)	

Výroba	svařovaný	b
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m ²]	2,9904e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,4702e-02	1,4202e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,5955e-04	7,4619e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,2349e-03	3,3918e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,3810e-03	4,3452e-03
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,9952e-08	9,9982e-04
d _y [mm], d _z [mm]	0	16
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	220	235
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,56e+06	1,56e+06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,54e+06	1,54e+06
A _l [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,7640e+00	3,2200e+00

Obrázek



3. Materiály

Ocel EC3

Jméno	ρ [kg/m ³]	E _{mod} [MPa]	μ	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	F _y [MPa]	F _u [MPa]
		G _{mod} [MPa]	α [m/mK]				
S 355 J2 (EN 10025-2)	8007,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 3 16 40 63 80 100 150 200 250	3 16 40 63 80 100 150 200 250 400	355,0 355,0 345,0 335,0 325,0 315,0 295,0 285,0 275,0 265,0	510,0 470,0 470,0 470,0 470,0 470,0 450,0 450,0 450,0 450,0

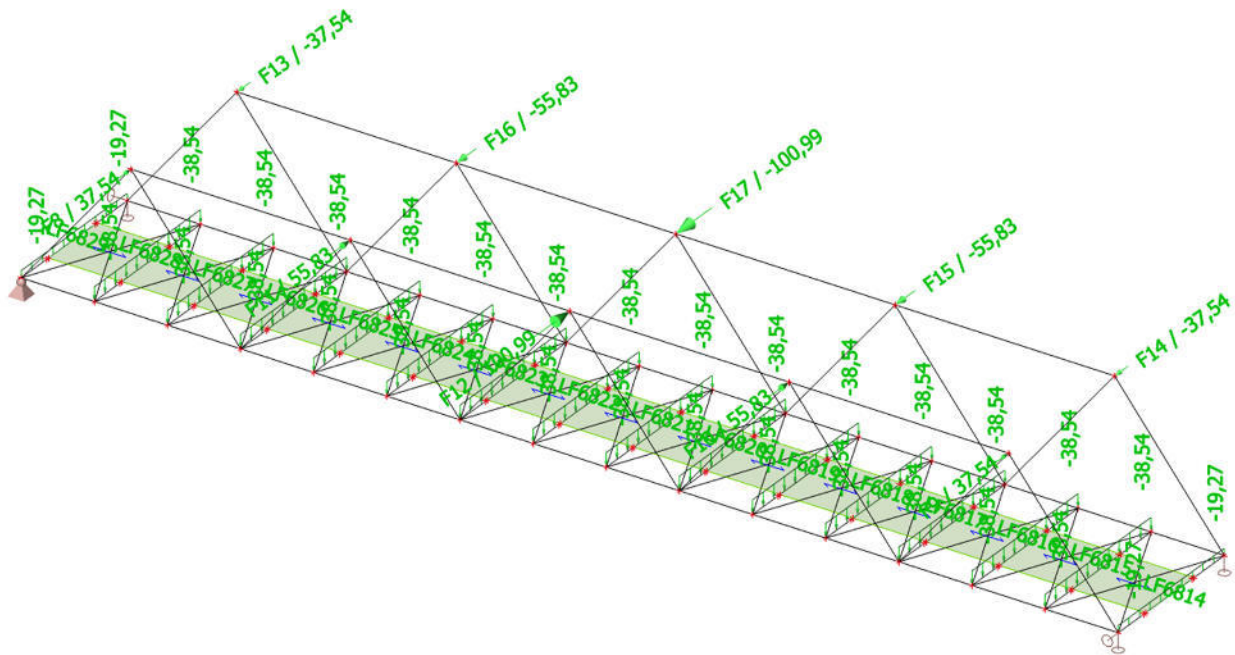
4. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav	Absence
	Spec	Typ zatížení					
LC1	vlastni_tíha	Stálé Vlastní tíha	Stále	-Z			Žádný
LC2	ostatni stale	Stálé Standard	Stále				Žádný
LC3	bocni raz +y Standard	Proměnné Statické	Bocni raz		Krátkodobé	Žádný	Žádný
LC4	bocni raz -y	Proměnné	Bocni raz		Krátkodobé	Žádný	Žádný

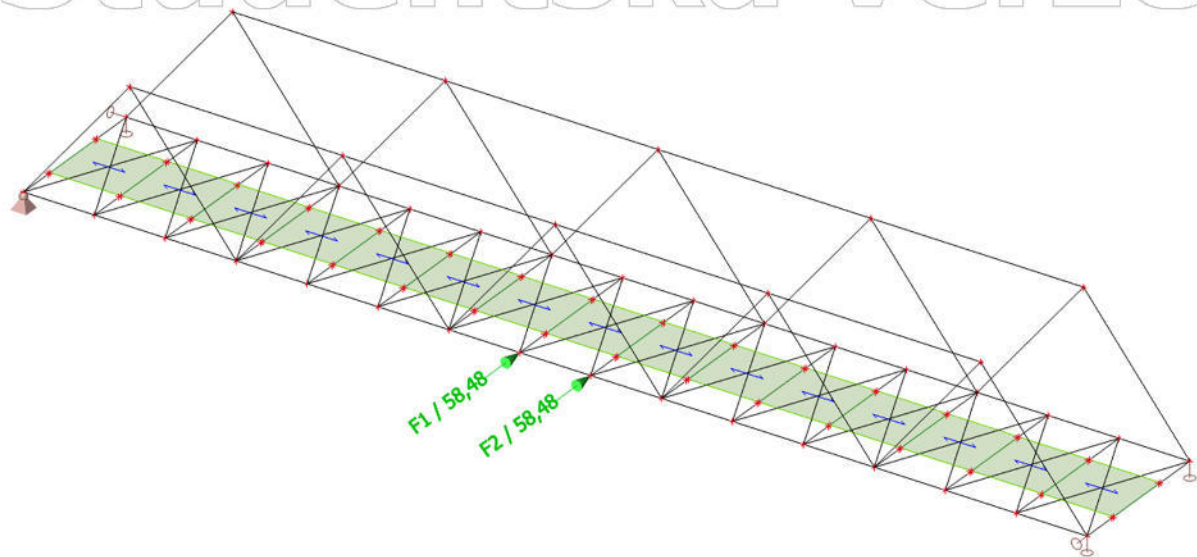


Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav	Absence
	Spec	Typ zatížení					
	Standard	Statické					
LC5	rozjezdova síla +x	Proměnné	Brzdna síla		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC6	rozjezdova síla -x	Proměnné	Brzdna síla		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC7	teplota +	Proměnné	Teplota			Žádný	Žádný
	Teplota	Statické					
LC8	teplota -	Proměnné	Teplota			Žádný	Žádný
	Teplota	Statické					
LC9	vitř +y	Proměnné	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC10	vitř -y	Proměnné	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC11	vitř vlak +y	Proměnné	Vitr vlak		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC12	vitř vlak -y	Proměnné	Vitr vlak		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC13	vitř +x	Proměnné	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC14	vitř -x	Proměnné	Vitr		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC15	Model 71 - pas	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC16	Model 71 - diagonala krajní	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC18	Model 71 - diagonala vnitřní	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC19	Model 71 - pricnik krajní	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC20	Model 71 - pricnik vnitřní	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					
LC21	Model 71 - lozisko24	Proměnné	Model 71		Krátkodobé	Žádný	Žádný
	Standard	Statické					

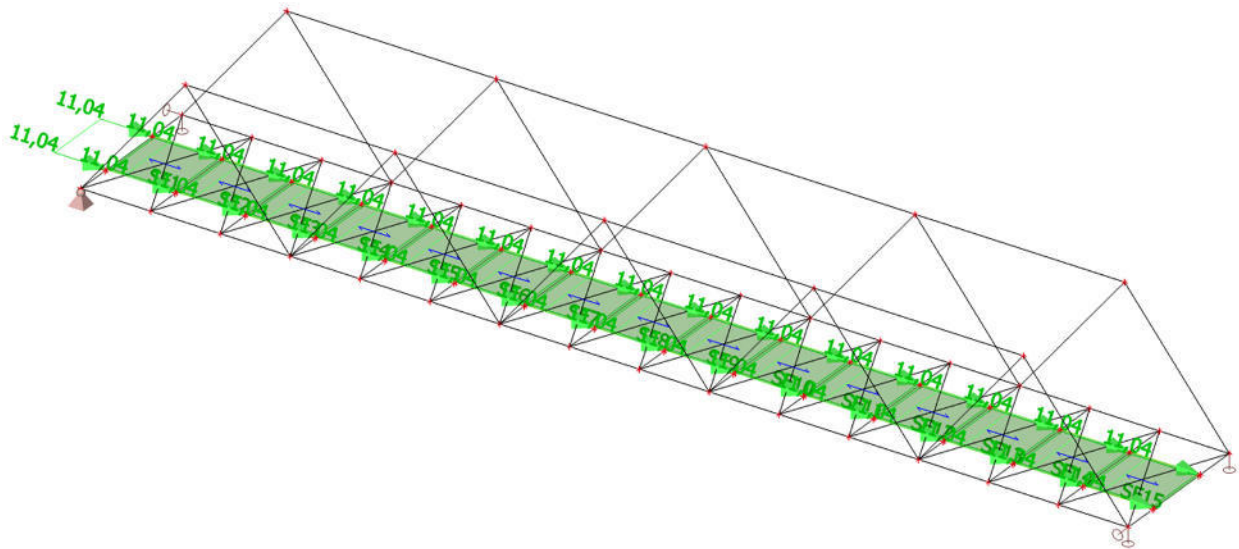
5. LC2 - Ostatní stálé zatížení



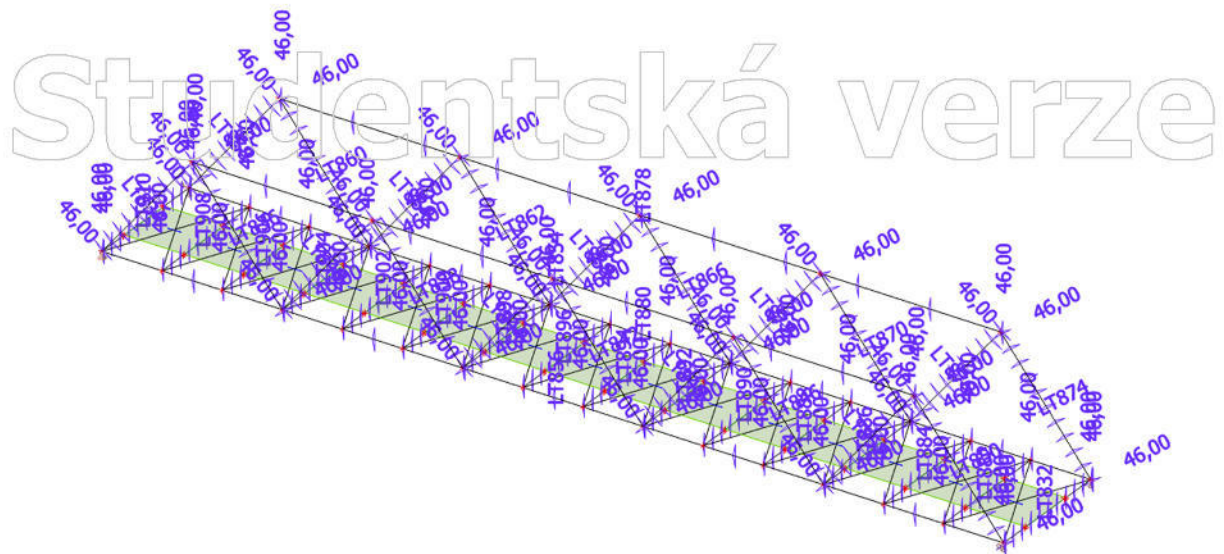
6. LC3 - Boční rázy



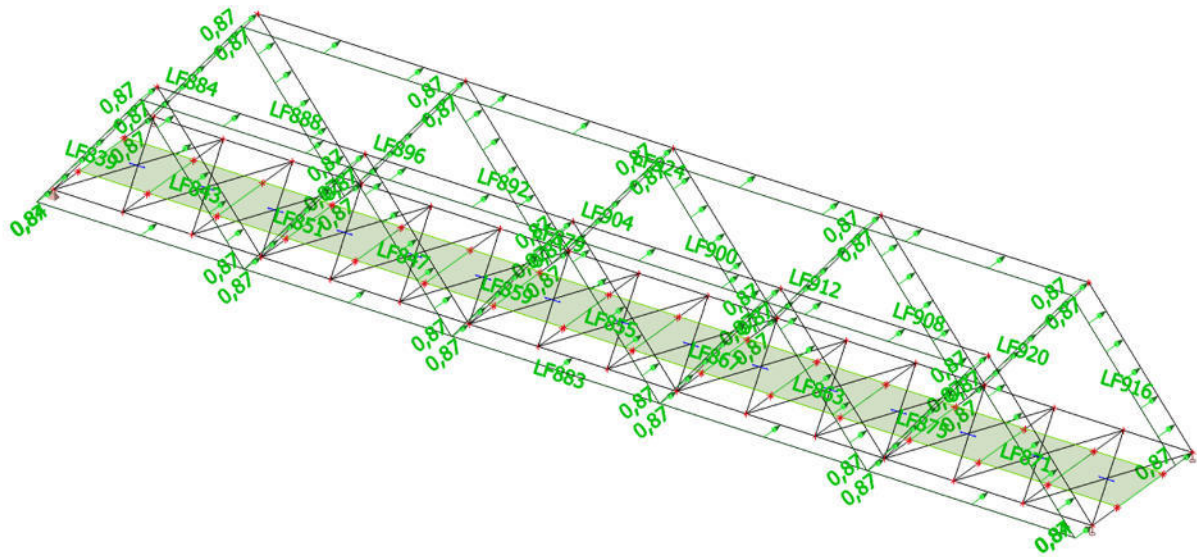
7. LC5 - Rozjezdová síla



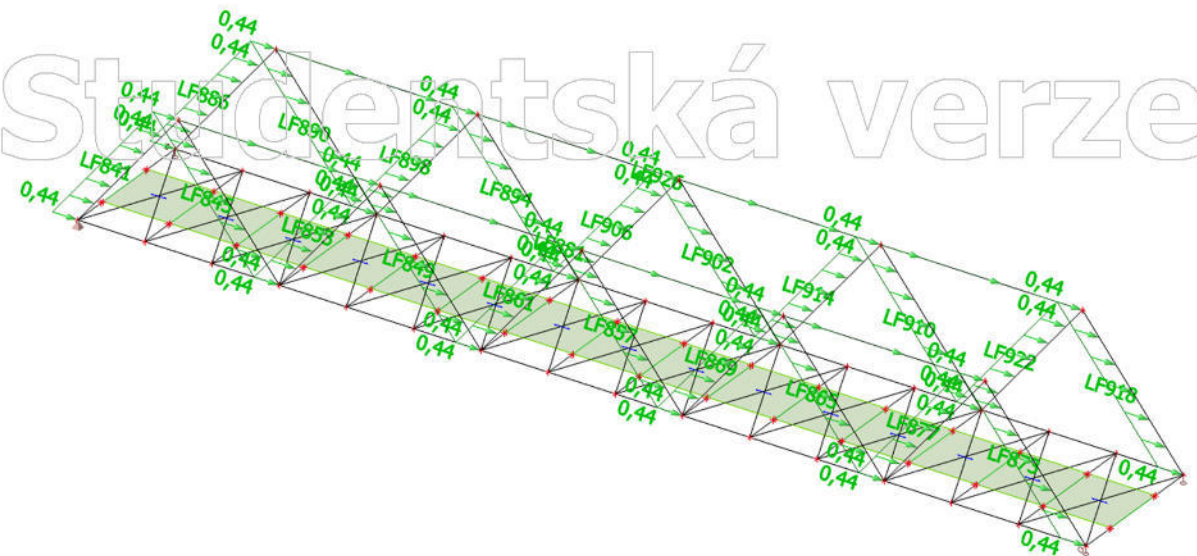
8. LC7 - Zatížení teplotou (+)



9. LC9 - Vítr kolmo k podélné ose mostu



10. LC13 - Vítr rovnoběžně s podélnou osou mostu

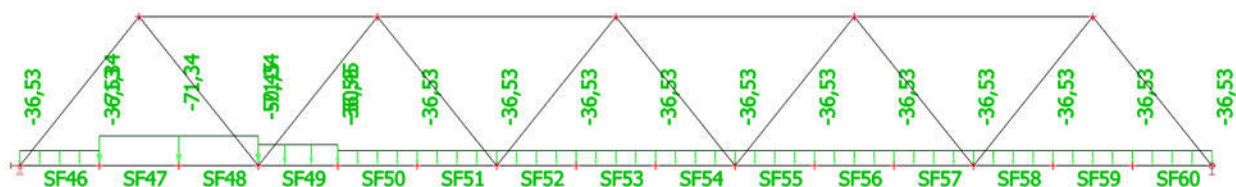




11. LC15 - Model 71 v poloze pro zatížení hlavních příhradových nosníků

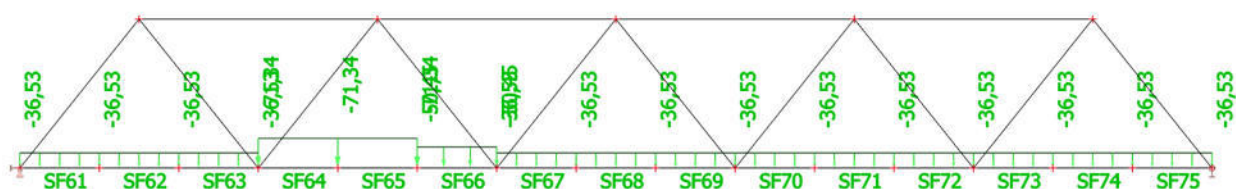


12. LC16 - Model 71 v poloze pro zatížení koncové tlačené diagonály

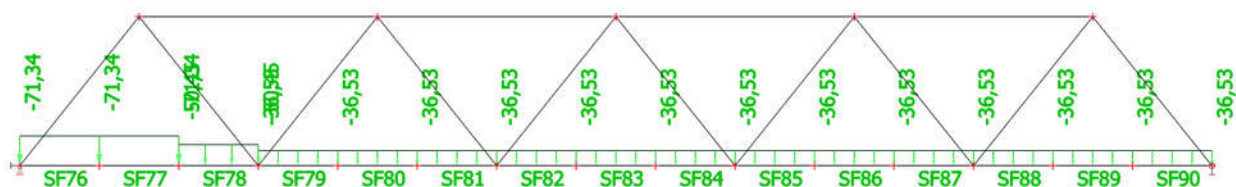




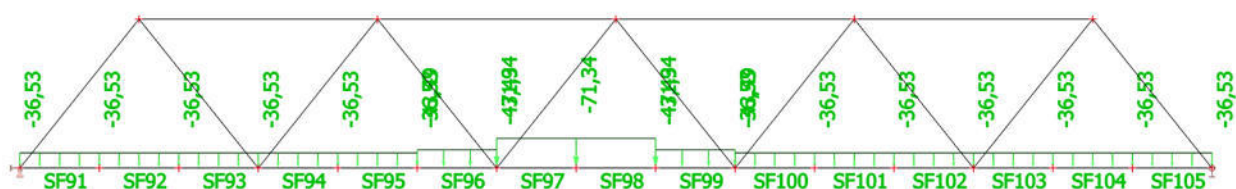
13. LC18 - Model 71 v poloze pro zatížení vnitřní tlačené diagonály



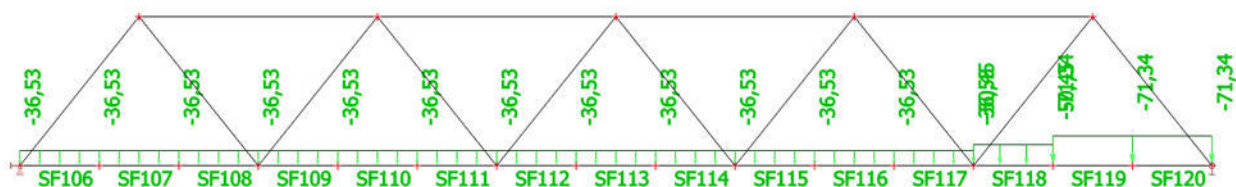
14. LC19 - Model 71 v poloze pro zatížení koncového příčniku



15. LC20 - Model 71 v poloze pro zatížení vnitřních příčníků



16. LC21 - Model 71 v poloze pro zatížení posuvných ložisk 2 a 4



17. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Stále	Stálé		
Bocní raz	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN
Brzdna síla	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN
Teplota	Proměnné	Výběrová	Teplota
Vítr	Proměnné	Výběrová	Vítr
Vítr vlak	Proměnné	Výběrová	Vítr
Model 71	Proměnné	Výběrová	Kat G : vozidlo >30kN



18. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	MSU - Pasy	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční ráz +y	1,00
			LC4 - boční ráz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00
			LC11 - vítr vlak +y	1,00
			LC12 - vítr vlak -y	1,00
			LC13 - vítr +x	1,00
			LC14 - vítr -x	1,00
			LC15 - Model 71 - pás	1,05
CO2	MSU - Diagonála krajní	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční ráz +y	1,00
			LC4 - boční ráz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00
			LC11 - vítr vlak +y	1,00
			LC12 - vítr vlak -y	1,00
			LC13 - vítr +x	1,00
			LC14 - vítr -x	1,00
			LC16 - Model 71 - diagonála krajní	1,05
CO4	MSU - Diagonála vnitřní	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční ráz +y	1,00
			LC4 - boční ráz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00
			LC11 - vítr vlak +y	1,00
			LC12 - vítr vlak -y	1,00
			LC13 - vítr +x	1,00
			LC14 - vítr -x	1,00
			LC18 - Model 71 - diagonála vnitřní	1,05
CO5	MSU - Průnik krajní	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - ostatní stave	1,00
			LC3 - boční ráz +y	1,00
			LC4 - boční ráz -y	1,00
			LC5 - rozjezdová síla +x	1,00
			LC6 - rozjezdová síla -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vítr +y	1,00
			LC10 - vítr -y	1,00
			LC11 - vítr vlak +y	1,00
			LC12 - vítr vlak -y	1,00
			LC13 - vítr +x	1,00



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC19 - Model 71 - pricnik krajni	1,94
CO6	MSU - Pricnik vnitřni	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC20 - Model 71 - pricnik vnitřni	1,38
CO7	MSP - Pasy	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC15 - Model 71 - pas	1,08
CO8	MSP - Diagonala krajni	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC16 - Model 71 - diagonala krajni	1,08
CO10	MSP - Diagonala vnitřni	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC18 - Model 71 - diagonala	1,08



Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			vnitřní	
CO11	MSP - Pricnik krajni	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC19 - Model 71 - pricnik krajni	2,00
CO12	MSP - Pricnik vnitřní	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC20 - Model 71 - pricnik vnitřní	1,42
CO13	MSU - Lozisko13	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC19 - Model 71 - pricnik krajni	1,05
CO14	MSU - Lozisko24	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastni_tiha	1,00
			LC2 - ostatni stale	1,00
			LC3 - bocni raz +y	1,00
			LC4 - bocni raz -y	1,00
			LC5 - rozjezdova sila +x	1,00
			LC6 - rozjezdova sila -x	1,00
			LC7 - teplota +	1,00
			LC8 - teplota -	1,00
			LC9 - vitr +y	1,00
			LC10 - vitr -y	1,00
			LC11 - vitr vlak +y	1,00
			LC12 - vitr vlak -y	1,00
			LC13 - vitr +x	1,00
			LC14 - vitr -x	1,00
			LC21 - Model 71 - lozisko24	1,05



19. Posudek MSÚ: Horní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : CS4_horni_pas - Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B457	32,000 m	Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO1/1	0,88 -
------------	----------	--	--------------------------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Svařované	

Varování: Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu povolena.

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Varování: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.

Kritický posudek v místě 16.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-6116,89	kN
$V_{y,Ed}$	15,50	kN
$V_{z,Ed}$	10,72	kN
T_{Ed}	-18,64	kNm
$M_{y,Ed}$	62,96	kNm
$M_{z,Ed}$	-76,33	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,9904e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	10615,92	kN
Jedn. posudek	0,58	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,y,min}$	3,2349e-03	m ³
$M_{el,y,Rd}$	1148,37	kNm
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,z,min}$	3,3918e-03	m ³
$M_{el,z,Rd}$	1204,08	kNm
Jedn. posudek	0,06	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

$\tau_{xy,Ed}$	2,1	MPa
$\tau_{xy,Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)



Tau,Vz,Ed	0,9	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	4,1	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	4	
Sigma,N,Ed	204,6	MPa
Sigma,My,Ed	15,5	MPa
Sigma,Mz,Ed	22,5	MPa
Sigma,tot,Ed	242,6	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	242,6	MPa
Jedn. posudek	0,68	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....POSUDEK STABILITY....

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	8,000	8,000	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	8,000	8,000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	24597,87	24165,11	kN
Štíhlost Lambda	50,20	50,64	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,66	0,66	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,81	0,80	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	8571,87	8538,30	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	8538,30	kN
Jedn. posudek	0,72	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	8,000	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	1595518,32	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	24163,19	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,66	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,80	
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	8538,15	kN



Jedn. posudek	0,72	-
---------------	------	---

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Obecný stav	
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	3,2349e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	46428,69	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,16	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	8,000	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C_1	1,03	
Součinitel momentu na klopení C_2	0,11	
Součinitel momentu na klopení C_3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d_z	16	mm
Vzdálenost polohy zatížení z_g	0	mm
Konstanta monosymetrie β_a	-63	mm
Konstanta monosymetrie z_j	31	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	3,2349e-03	m ³
Pružný modul průřezu $W_{el,z}$	3,3918e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	6116,89	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	84,19	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,33	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	10615,92	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	1148,37	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	1204,08	kNm
Redukční součinitel χ_y	0,81	
Redukční součinitel χ_z	0,80	
Redukční součinitel χ_{LT}	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,31	
Interakční součinitel k_{yz}	1,06	
Interakční součinitel k_{zy}	1,30	
Interakční součinitel k_{zz}	1,06	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B457 pozice 19,733 m.
Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B457 pozice 16,000 m.

Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	24597,87	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	24165,11	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	1595518,32	kN
Pružný modul průřezu $W_{el,y}$	3,2349e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	7,5955e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	7,4619e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	9,9982e-04	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum)	84,19	kNm

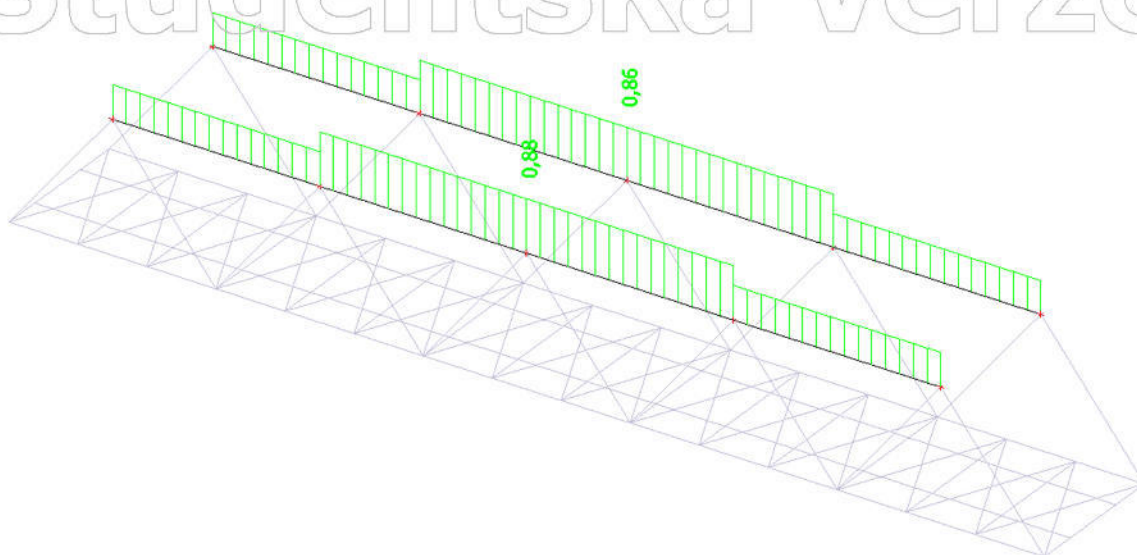
Parametry interakční metody 1

My,Ed		
Maximální relativní průhyb delta,z	-4,0	mm
Součinitel ekvivalentního momentu C _{my,0}	1,05	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C _{mz,0}	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) M _{z,Ed}	-76,33	kNm
Maximální relativní průhyb delta,y	1,2	mm
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz,0}	0,84	
Součinitel mu,y	0,94	
Součinitel mu,z	0,94	
Součinitel epsilon,y	0,13	
Součinitel a _{LT}	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb M _{cr,0}	44941,35	kNm
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,0}	0,16	
Limitní relativní štíhlost Lambda _{rel,0,lim}	0,19	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{my}	1,05	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz}	0,84	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,71 + 0,10 + 0,07 = 0,88$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,72 + 0,10 + 0,07 = 0,88$ -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.





20. Posudek MSÚ: Dolní pás příhrady

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Průřez : CS5_dolni_pas - Iwn (1360; 12; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B458	40,000 m	Iwn (1360; 12; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO1/2	0,79 -
------------	----------	---	--------------------------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Kritický posudek v místě 21.333 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	6706,85	kN
$V_{y,Ed}$	-15,77	kN
$V_{z,Ed}$	-526,85	kN
T_{Ed}	0,16	kNm
$M_{y,Ed}$	1971,50	kNm
$M_{z,Ed}$	21,05	kNm

Posudek na tah

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.3 a rovnice (6.5)

A	3,9720e-02	m ²
$N_{pl,Rd}$	13703,40	kN
$N_{u,Rd}$	13441,25	kN
$N_{t,Rd}$	13441,25	kN
Jedn. posudek	0,50	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,y}$	2,1001e-02	m ³
$M_{pl,y,Rd}$	7245,52	kNm
Jedn. posudek	0,27	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$W_{pl,z}$	2,4925e-03	m ³
$M_{pl,z,Rd}$	859,92	kNm
Jedn. posudek	0,02	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η_a	1,20	
A_v	2,4120e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	4804,36	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η_a	1,20	
A_v	1,8720e-02	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	3728,76	kN
Jedn. posudek	0,14	-



Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,6	MPa
Tau,Rd	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 1.2.6 a rovnice (6.2)

Npl,Rd	13703,40	kN
Mpl,y,Rd	7245,52	kNm
Mpl,z,Rd	859,92	kNm

Jednotkový posudek (6.2) = 0,49 + 0,27 + 0,02 = 0,79 -

Poznámka: Nepoužijí se žádné interakční rovnice podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1.

Proto se posuzuje plastický lineární součet podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(7).

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	1,7833e-02	m ³
Průžný kritický moment Mcr	71379,31	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,29	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	2,667	m
Vliv police zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,49	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	-146	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	351	mm
Konstanta monosymetrie z,j	-176	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osověho tahu

Podle EN 1993-1-3 článku 6.3

Návrhová tahová síla N,Ed	6706,85	kN
Návrhový ohybový moment My,Ed	1971,50	kNm
Návrhový ohybový moment Mz,Ed	21,05	kNm
Tahová únosnost Nt,Rd	13441,25	kN
Pevnost za ohybu Mb,y,Rd	6152,50	kNm
Pevnost za ohybu Mc,z,Rd,com	859,92	kNm

Jednotkový posudek = 0,32 + 0,02 - 0,50 = 0,15 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)



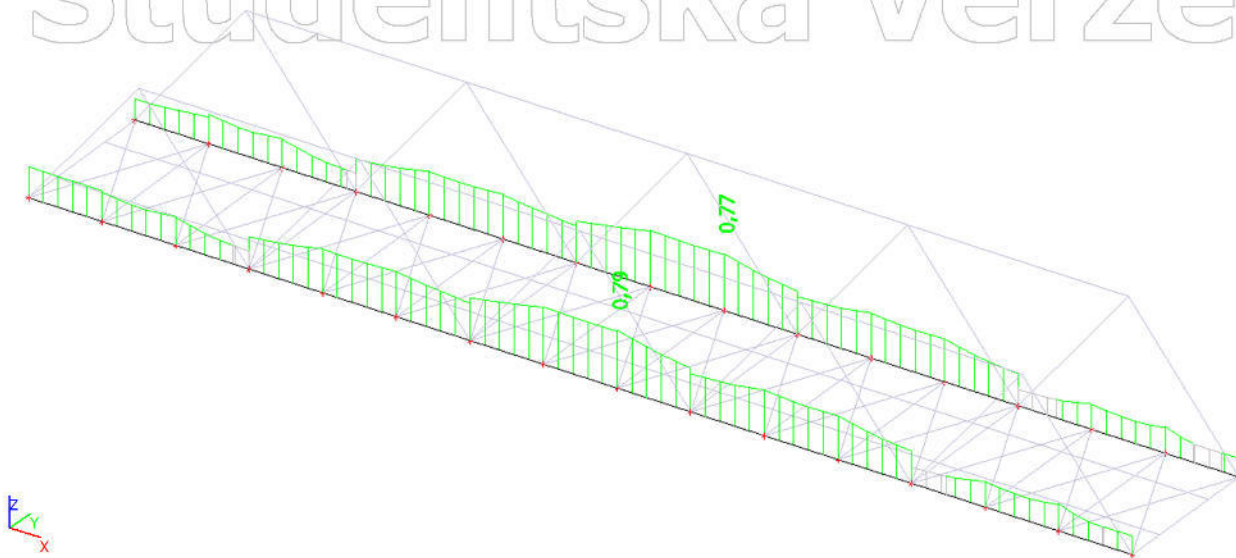
Parametry ztráty stability od smyku		
Délka pole vzpěru a	40,000	m
Stojina	nevyztužený	
Koncový pilíř	netuhý	
Výška stojiny hw	1300	mm
Tloušťka stojiny t	12	mm
Mez kluzu fyw	355,0	MPa
Šířka pásnice bf	364	mm
Tloušťka pásnice tf	30	mm
Mez kluzu fyf	345,0	MPa
Materiálový součinitel epsilon	0,81	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku		
Štíhlost stojiny hw/t	108,33	
Limit štíhlosti stojiny	48,82	
Štíhlost desky lambda,w	1,54	
Redukční součinitel chi,w	0,54	
Příspěvek stojiny Vbw,Rd	1722,03	kN
Únosnost pásnice Mf,Rd	972,18	kNm
Součinitel pásnice c	0,000	m
Příspěvek pásnice Vbf,Rd	0,00	kN
Maximální únosnost Vb,Rd,limit	3836,84	kN
Únosnost Vb,Rd	1722,03	kN
Plastická únosnost Mpl,Rd	3699,35	kNm
Poměr smyku eta,3,bar	0,31	

Jednotkový posudek $(5.10) = 0,31$ -

Poznámka: Interakce mezi ohybem a ztrátou stability v důsledku smyku nemusí být ověřena, protože poměr smyku nepřesahuje hodnotu 0,5.

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.





21. Posudek MSÚ: Koncová diagonála

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO2

Průřez : CS8_diagonala_krajni - Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B447	6,403 m	Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO2/3	0,75 -
------------	---------	--	--------------------------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	355,0	MPa
Mezní pevnost f_u	510,0	MPa
Výroba	Svařované	

Varování: Redukce pevnosti ve funkci tloušťky není pro tento typ průřezu povolena.

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Varování: Klasifikace není pro tento typ průřezu podporována.

Průřez se posoudí jako pružný, třída 3.

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N_{Ed}	-3218,03	kN
$V_{y,Ed}$	-28,83	kN
$V_{z,Ed}$	5,39	kN
T_{Ed}	45,61	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	230,87	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	2,9904e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	10615,92	kN
Jedn. posudek	0,30	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.14)

$W_{el,z,min}$	3,3918e-03	m ³
$M_{el,z,Rd}$	1204,08	kNm
Jedn. posudek	0,19	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

$\tau_{au,Vy,Ed}$	3,8	MPa
$\tau_{au,Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,02	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.19)

$\tau_{au,Vz,Ed}$	0,4	MPa
$\tau_{au,Rd}$	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Pro daný průřez/způsob výroby není zadána žádná smyková plocha, proto nelze určit plastickou smykovou únosnost. Jako výsledek se posuzuje pružná smyková únosnost podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6(4)



Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	10,1	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Jedn. posudek	0,05	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.1(5) a rovnice (6.1)

Elastický posudek		
Vlákno	1	
Sigma,N,Ed	107,6	MPa
Sigma,My,Ed	0,0	MPa
Sigma,Mz,Ed	68,1	MPa
Sigma,tot,Ed	175,7	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	0,0	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	0,0	MPa
Sigma,von Mises,Ed	175,7	MPa
Jedn. posudek	0,49	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,403	6,403	m
Součinitel vzpěru k	2,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	12,806	6,403	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	9599,17	37721,15	kN
Štíhlost Lambda	80,35	40,54	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	1,05	0,53	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce Alfa	0,34	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,56	0,87	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	5994,24	9240,64	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	5994,24	kN
Jedn. posudek	0,54	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	6,403	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	1595529,07	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	9599,17	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	1,05	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0,34	
Redukční součinitel Chi	0,56	
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	5994,24	kN
Jedn. posudek	0,54	-

Posudek ohybu a osověho tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	2,9904e-02	m ²
Pružný modul průřezu Wel,y	3,2349e-03	m ³
Pružný modul průřezu Wel,z	3,3918e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N,Ed	3218,03	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	8,59	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	230,87	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	10615,92	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	1148,37	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	1204,08	kNm
Redukční součinitel Chi,y	0,56	
Redukční součinitel Chi,z	0,56	
Redukční součinitel Chi,LT	1,00	
Interakční součinitel k,yy	1,25	
Interakční součinitel k,yz	0,88	
Interakční součinitel k,zy	1,50	
Interakční součinitel k,zz	1,06	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B447 pozice 3,415 m.

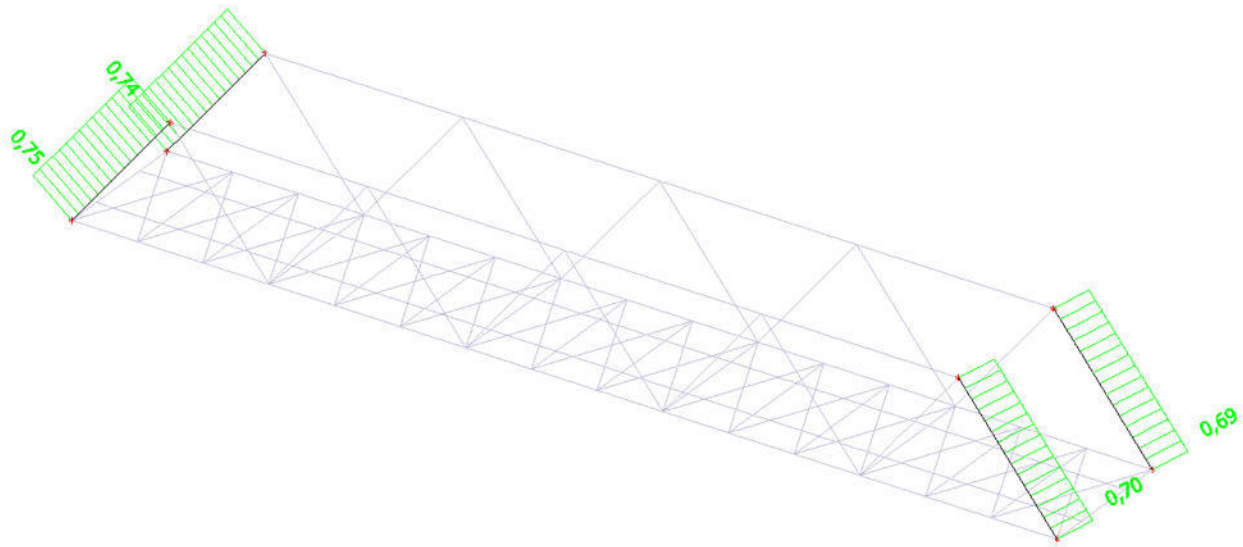
Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B447 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr,y}	9599,17	kN
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr,z}	37721,15	kN
Pružné kritické zatížení N _{cr,T}	1595529,07	kN
Pružný modul průřezu Wel,y	3,2349e-03	m ³
Moment setrvačnosti I _y	7,5955e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I _z	7,4619e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I _t	9,9982e-04	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C _{my,0}	Tabulka A.2 řádek 4 (liniové zatížení)	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{my,0}	1,01	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C _{mz,0}	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	230,87	kNm
Maximální relativní průhyb delta,y	-4,7	mm
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz,0}	0,98	
Součinitel mu,y	0,82	
Součinitel mu,z	0,99	
Součinitel epsilon,y	0,02	
Součinitel a _{LT}	0,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb M _{cr,0}	54573,88	kNm
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,0}	0,15	
Limitní relativní štíhlost Lambda _{rel,0,lim}	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{my}	1,01	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz}	0,98	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,54 + 0,01 + 0,17 = 0,71 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,54 + 0,01 + 0,20 = 0,75 -

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



22. Posudek MSÚ: Vnitřní diagonála

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO4

Průřez : CS6_diagonala_vnitřní - Iw (400; 12; 300; 18; 364; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B453	6,403 m	Iw (400; 12; 300; 18; 364; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO4/4	0,91 -
------------	---------	----------------------------------	--------------------------	-------	--------

Dílčí souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	30,33
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	51,07

=> vnitřní tlačené části třída 2

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	8,00
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh průřezu



Kritický posudek v místě 6.403 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Jednotka
N,Ed	-1517,92	kN
Vy,Ed	-2,74	kN
Vz,Ed	-33,47	kN
T,Ed	-0,09	kNm
My,Ed	-230,77	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,5168e-02	m ²
Nc,Rd	5232,96	kN
Jedn. posudek	0,29	-

Posudek ohybového momentu pro My

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

Wpl,y	2,4603e-03	m ³
Mpl,y,Rd	848,80	kNm
Jedn. posudek	0,27	-

Posudek smyku pro Vy

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0800e-02	m ²
Vpl,y,Rd	2151,21	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro Vz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Eta	1,20	
Av	5,2416e-03	m ²
Vpl,z,Rd	1044,05	kN
Jedn. posudek	0,03	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	1,2	MPa
Tau,Rd	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,01	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

MN,y,Rd	703,95	kNm
Jedn. posudek	0,33	-

Poznámka: Protože smykové síly jsou menší než polovina plastické momentové únosnosti, jejich vliv na momentovou únosnost se zanedbává.

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	30,33
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	37,60

=> vnitřní tlačené části třída 2

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2



Maximální poměr šířky a tloušťky	8,00
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 2

=> průřez klasifikován jako třída 2 pro návrh dílce na vzpěr

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6,403	6,403	m
Součinitel vzpěru k	2,00	1,00	
Vzpěrná délka L _{cr}	12,806	6,403	m
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr}	5592,46	4097,33	kN
Štíhlost Lambda	74,98	87,59	
Poměrná štíhlost Lambda _{rel}	0,97	1,13	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0,34	0,49	
Redukční součinitel Chi	0,62	0,47	
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	3233,31	2451,49	kN

Posudek rovinného vzpěru		
Průřezová plocha A	1,5168e-02	m ²
Únosnost na vzpěr N _{b,Rd}	2451,49	kN
Jedn. posudek	0,62	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Pro tento I průřez je únosnost na prostorový vzpěr vyšší než únosnost na rovinný vzpěr. Prostorový vzpěr proto není ve výstupu uveden.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Plastický modul průřezu W _{pl,y}	2,4603e-03	m ³
Pružný kritický moment M _{cr}	1725,59	kNm
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,LT}	0,70	
Mezní štíhlost Lambda _{rel,LT,0}	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M _{cr}		
Délka klopení L	6,403	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k _w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C ₁	1,67	
Součinitel momentu na klopení C ₂	0,01	
Součinitel momentu na klopení C ₃	1,00	
Vzdálenost středu smyku d, z	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení z, g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta, y	0	mm
Konstanta monosymetrie z, j	0	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Průřezová plocha A	1,5168e-02	m ²
Plastický modul průřezu W _{pl,y}	2,4603e-03	m ³
Plastický modul průřezu W _{pl,z}	8,2310e-04	m ³
Návrhová tlaková síla N _{Ed}	1517,92	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	-230,77	kNm



Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
My,Ed		
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	4,36	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	5232,96	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	848,80	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	283,97	kNm
Redukční součinitel Chi,y	0,62	
Redukční součinitel Chi,z	0,47	
Modifikovaný redukční součinitel Chi,LT,mod	1,00	
Interakční součinitel k,yy	1,55	
Interakční součinitel k,yz	1,28	
Interakční součinitel k,zy	0,89	
Interakční součinitel k,zz	1,40	

Maximální moment My,Ed je odvozen z nosníku B453 pozice 6,403 m.
Maximální moment Mz,Ed je odvozen z nosníku B453 pozice 2,988 m.

Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr,y}	5592,46	kN
Kritické Eulerovo zatížení N _{cr,z}	4097,33	kN
Pružné kritické zatížení N _{cr,T}	7571,70	kN
Plastický modul průřezu W _{pl,y}	2,4603e-03	m ³
Pružný modul průřezu W _{el,y}	2,2126e-03	m ³
Plastický modul průřezu W _{pl,z}	8,2310e-04	m ³
Pružný modul průřezu W _{el,z}	5,4035e-04	m ³
Moment setrvačnosti I _y	4,4251e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti I _z	8,1052e-05	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I _t	1,3864e-06	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C _{my,0}	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	-230,77	kNm
Maximální relativní průhyb delta,z	7,1	mm
Součinitel ekvivalentního momentu C _{my,0}	0,92	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu C _{mz,0}	Tabulka A.2 řádek 4 (liniové zatížení)	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz,0}	1,01	
Součinitel mu,y	0,88	
Součinitel mu,z	0,76	
Součinitel epsilon,y	1,04	
Součinitel a,LT	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb M _{cr,0}	1034,83	kNm
Poměrná štíhlost Lambda _{rel,0}	0,91	
Limitní relativní štíhlost Lambda _{rel,0,lim}	0,22	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{my}	0,96	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mz}	1,01	
Součinitel ekvivalentního momentu C _{mLT}	1,29	
Součinitel b,LT	0,00	
Součinitel c,LT	0,35	
Součinitel d,LT	0,00	
Součinitel e,LT	0,25	
Součinitel w,y	1,11	
Součinitel w,z	1,50	
Součinitel n,pl	0,29	
Maximální relativní štíhlost Lambda _{rel,max}	1,13	

Parametry interakční metody 1

Součinitel C_{yy}	0,96	
Součinitel C_{yz}	0,77	
Součinitel C_{zy}	0,75	
Součinitel C_{zz}	0,87	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,47 + 0,42 + 0,02 = 0,91$ -

Jednotkový posudek (6.62) = $0,62 + 0,24 + 0,02 = 0,88$ -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku

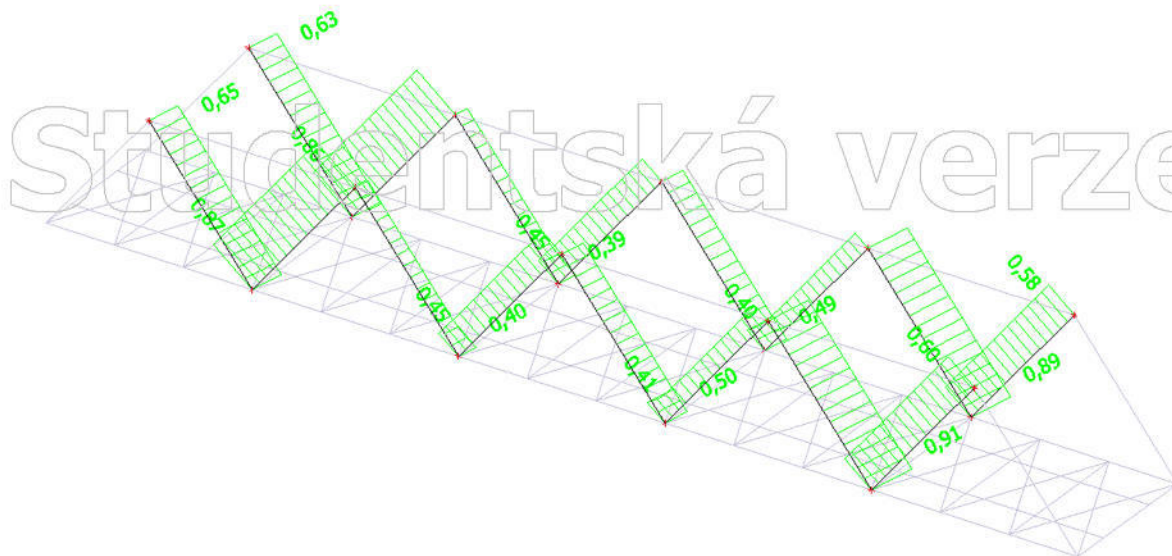
Délka pole vzpěru a	6,403	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h_w	364	mm
Tloušťka stojiny t	12	mm
Materiálový součinitel epsilon	0,81	
Součinitel smykové korekce Eta	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h_w/t	30,33
Limit štíhlosti stojiny	48,82

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.



23. Posudek MSÚ: Koncový příčník

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO5

Průřez : CS1_krajni_pricnik - Iwn (744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B515	5,800 m	Iwn (744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO5/5	0,78 -
------------	---------	---	-----------------------	-------	--------

Dílič souč. spolehlivosti

Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25



Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	38,89
Třída 1 limit	34,27
Třída 2 limit	39,47
Třída 3 limit	66,10

=> vnitřní tlačené části třída 2

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	19,36
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,37

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 3.025 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
N_{Ed}	-514,98		-514,98	kN
$V_{y,Ed}$	-14,72		-14,72	kN
$V_{z,Ed}$	-35,62		-35,62	kN
T_{Ed}	0,05		0,05	kNm
$M_{y,Ed}$	1083,23	18,36	1101,58	kNm
$M_{z,Ed}$	2,49	0,00	2,49	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A_{eff}	3,0715e-02	m ²
$N_{c,Rd}$	10596,67	kN
Jedn. posudek	0,05	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

$W_{eff,y,min}$	5,9017e-03	m ³
$M_{c,y,Rd}$	2036,10	kNm
Jedn. posudek	0,54	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

$W_{eff,z,min}$	1,3066e-03	m ³
$M_{c,z,Rd}$	450,79	kNm
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η_a	1,20	
A_v	2,1340e-02	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	4250,63	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

η_a	1,20	
A_v	1,5120e-02	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	3011,69	kN
Jedn. posudek	0,01	-



Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau,t,Ed	0,2	MPa
Tau,Rd	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
Aeff	3,0715e-02	m ²
eN,y	-36	mm
eN,z	0	mm
Weff,y	5,9017e-03	m ³
Weff,z	1,3066e-03	m ³

Normálová napětí		
Sigma,N,Ed	16,8	MPa
Sigma,My,Ed	186,7	MPa
Sigma,Mz,Ed	1,9	MPa
Sigma,tot,Ed	205,3	MPa
Jedn. posudek	0,60	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	38,89
Třída 1 limit	27,24
Třída 2 limit	31,36
Třída 3 limit	49,05

=> vnitřní tlačené části třída 3

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	19,36
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,49

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	3.0715e-02	m ²			
Smyk. plocha Vy eff	1.8878e-02	m ²	Vz eff	1.1837e-02	m ²
poloměr setrvačnosti iy eff	297	mm	iz eff	110	mm
moment setrvačnosti Iy eff	2.7121e-03	m ⁴	Iz eff	3.7487e-04	m ⁴
elastický modul průřezu Wy eff	5.9017e-03	m ³	Wz eff	1.3066e-03	m ³
Excentricita eny	36	mm	enz	0	mm

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,800	5,800	m



Parametry vzpěru	yy	zz	
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,800	5,800	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	195917,58	26680,20	kN
Štíhlost Lambda	18,95	51,35	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,23	0,63	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	5,800	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	36513,09	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	25750,71	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,64	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu Weff,y	5,9017e-03	m ³
Pružný kritický moment Mcr	11219,50	kNm
Poměrná štíhlost Lambda,rel,LT	0,43	
Mezní štíhlost Lambda,rel,LT,0	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry Mcr		
Délka klopení L	5,800	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel kw	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,11	
Součinitel momentu na klopení C2	0,38	
Součinitel momentu na klopení C3	0,53	
Vzdálenost středu smyku d,z	40	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie beta,y	21	mm
Konstanta monosymetrie z,j	-10	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Efektivní průřezová plocha Aeff	3,0715e-02	m ²
Efektivní modul průřezu Weff,y	5,9017e-03	m ³
Efektivní modul průřezu Weff,z	1,3066e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N,Ed	514,98	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) My,Ed	1083,23	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) Mz,Ed	-76,72	kNm
Přídavný moment Delta My,Ed	33,53	kNm
Přídavný moment Delta Mz,Ed	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N,Rk	10596,67	kN
Charakteristická momentová únosnost My,Rk	2036,10	kNm
Charakteristická momentová únosnost Mz,Rk	450,79	kNm
Redukční součinitel Chi,y	1,00	

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku

Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,02	
Interakční součinitel k_{yz}	1,00	
Interakční součinitel k_{zy}	1,02	
Interakční součinitel k_{zz}	1,00	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B515 pozice 3,025 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B515 pozice 5,800 m.

Parametry interakční metody 1

Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	195917,58	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	26680,20	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	36513,09	kN
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	5,9017e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	3,1799e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	4,3304e-04	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t	5,9658e-06	m ⁴
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1083,23	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-6,4	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,00	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,72	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	0,5	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	0,98	
Součinitel $\mu_{u,y}$	1,00	
Součinitel $\mu_{u,z}$	1,00	
Součinitel $\epsilon_{LT,y}$	10,95	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	10116,10	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,45	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	0,98	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,02	

Jednotkový posudek (6.61) = 0,05 + 0,56 + 0,17 = 0,78 -

Jednotkový posudek (6.62) = 0,05 + 0,56 + 0,17 = 0,78 -

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku

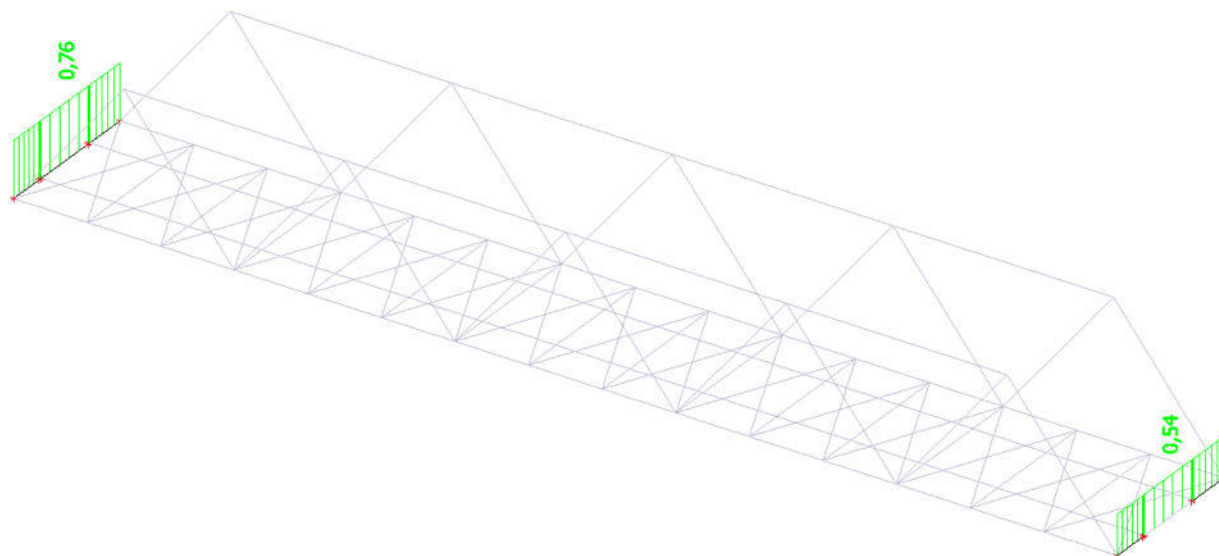
Délka pole vzpěru a	5,800	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h_w	700	mm
Tloušťka stojiny t	18	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,83	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h_w/t	38,89
Limit štíhlosti stojiny	49,52

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



24. Posudek MSÚ: Vnitřní příčník

Lineární výpočet, Extrém : Průřez

Výběr : Vše

Kombinace : CO6

Průřez : CS2_vnitřní_příčník - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)

EN 1993-1-1 posudek

Národní dodatek: Norma EN

Prvek B509	5,800 m	Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	CO6/6	0,87 -
-------------------	----------------	---	------------------------------	--------------	---------------

Dílič souč. spolehlivosti	
Gamma M0 pro únosnost průřezu	1,00
Gamma M1 pro únosnost na nestabilitu	1,00
Gamma M2 pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál		
Mez kluzu f_y	345,0	MPa
Mezní pevnost f_u	470,0	MPa
Výroba	Svařované	

....POSUDEK PRŮŘEZU:....

Klasifikace pro návrh průřezu

Podle EN 1993-1-3 článku 5.5.2

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	31,82
Třída 1 limit	69,29
Třída 2 limit	79,88
Třída 3 limit	65,67

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	48,14
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25



Třída 3 limit	11,48
---------------	-------

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh průřezu

Kritický posudek v místě 3.025 m

Vnitřní síly	Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
N _{Ed}	-940,62		-940,62	kN
V _{y,Ed}	-10,15		-10,15	kN
V _{z,Ed}	-46,22		-46,22	kN
T _{Ed}	0,02		0,02	kNm
M _{y,Ed}	1511,73	112,49	1624,22	kNm
M _{z,Ed}	-75,59	0,00	-75,59	kNm

Posudek na tlak

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A _{eff}	3,6371e-02	m ²
N _{c,Rd}	12548,15	kN
Jedn. posudek	0,07	-

Posudek ohybového momentu pro M_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

W _{eff,y,min}	6,7604e-03	m ³
M _{c,y,Rd}	2332,34	kNm
Jedn. posudek	0,70	-

Posudek ohybového momentu pro M_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

W _{eff,z,min}	2,2470e-03	m ³
M _{c,z,Rd}	775,23	kNm
Jedn. posudek	0,10	-

Posudek smyku pro V_y

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	3,4180e-02	m ²
V _{pl,y,Rd}	6808,17	kN
Jedn. posudek	0,00	-

Posudek smyku pro V_z

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	1,8480e-02	m ²
V _{pl,z,Rd}	3680,95	kN
Jedn. posudek	0,01	-

Posudek kroucení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.7 a rovnice (6.23)

Tau _{t,Ed}	0,1	MPa
Tau _{Rd}	199,2	MPa
Jedn. posudek	0,00	-

Poznámka: Jednotkový posudek pro kroucení je menší než limitní hodnota 0,05. Kroucení se proto považuje za nevýznamné

a je v kombinovaných posudcích zanedbáno.

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti		
A _{eff}	3,6371e-02	m ²
e _{N,y}	-120	mm
e _{N,z}	0	mm
W _{eff,y}	6,7604e-03	m ³
W _{eff,z}	2,2470e-03	m ³



Normálová napětí

Sigma,N,Ed	25,9	MPa
Sigma,My,Ed	240,3	MPa
Sigma,Mz,Ed	33,6	MPa
Sigma,tot,Ed	299,8	MPa
Jedn. posudek	0,87	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

....:POSUDEK STABILITY:....

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace pro vnitřní tlačené části

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 1

Maximální poměr šířky a tloušťky	31,82
Třída 1 limit	69,29
Třída 2 limit	79,88
Třída 3 limit	55,09

=> vnitřní tlačené části třída 1

Klasifikace pro vnější pásnice

Podle EN 1993-1-1 tabulka 5.2 list 2

Maximální poměr šířky a tloušťky	48,14
Třída 1 limit	7,43
Třída 2 limit	8,25
Třída 3 limit	11,64

=> vnější pásnice třída 4

=> průřez klasifikován jako třída 4 pro návrh dílce na vzpěr

Výpočet vlastností účinné plochy přímou metodou.

Vlastnosti					
plocha průřezu A eff	3.6371e-02	m ²			
Smyk. plocha Vy eff	2.0971e-02	m ²	Vz eff	1.5400e-02	m ²
poloměr setrvačnosti iy eff	291	mm	iz eff	215	mm
moment setrvačnosti Iy eff	3.0822e-03	m ⁴	Iz eff	1.6882e-03	m ⁴
elastický modul průřezu Wy eff	6.7604e-03	m ³	Wz eff	2.2470e-03	m ³
Excentricita eny	120	mm	enz	0	mm

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnicků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5,800	5,800	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	5,800	5,800	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	310223,28	204121,53	kN
Štíhlost Lambda	18,20	22,44	
Poměrná štíhlost Lambda,rel	0,20	0,25	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	0,20	

Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr Lcr	5,800	m
Pružné kritické zatížení Ncr,T	41130,97	kN
Pružné kritické zatížení Ncr,TF	38545,67	kN
Poměrná štíhlost Lambda,rel,T	0,57	
Mezní štíhlost Lambda,rel,0	0,20	



Poznámka: Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Alternativní případ	
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7604e-03	m ³
Pružný kritický moment M_{cr}	21631344,29	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,LT}$	0,01	
Mezní štíhlost $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Poznámka: Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M_{cr}		
Délka klopení L	0,400	m
Vliv pozice zatížení	bez vlivu	
Opravný součinitel k	1,00	
Opravný součinitel k_w	1,00	
Součinitel momentu na klopení C1	1,02	
Součinitel momentu na klopení C2	0,00	
Součinitel momentu na klopení C3	1,00	
Vzdálenost středu smyku d,z	261	mm
Vzdálenost polohy zatížení z,g	0	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,y}$	-405	mm
Konstanta monosymetrie $\beta_{a,z}$	203	mm

Poznámka: Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku		
Interakční metoda	alternativní metoda 1	
Efektivní průřezová plocha A_{eff}	3,6371e-02	m ²
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7604e-03	m ³
Efektivní modul průřezu $W_{eff,z}$	2,2470e-03	m ³
Návrhová tlaková síla N_{Ed}	940,62	kN
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1511,73	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,77	kNm
Přídavný moment Delta $M_{y,Ed}$	61,59	kNm
Přídavný moment Delta $M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk}	12548,15	kN
Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$	2332,34	kNm
Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$	775,23	kNm
Redukční součinitel $\chi_{i,y}$	1,00	
Redukční součinitel $\chi_{i,z}$	1,00	
Modifikovaný redukční součinitel $\chi_{i,LT,mod}$	1,00	
Interakční součinitel k_{yy}	1,00	
Interakční součinitel k_{yz}	1,00	
Interakční součinitel k_{zy}	1,00	
Interakční součinitel k_{zz}	1,00	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B509 pozice 3,025 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B509 pozice 3,535 m.

Parametry interakční metody 1		
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$	310223,28	kN
Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$	204121,53	kN
Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$	41130,97	kN
Efektivní modul průřezu $W_{eff,y}$	6,7604e-03	m ³
Moment setrvačnosti I_y	5,0351e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti I_z	3,3130e-03	m ⁴
Moment setrvačnosti v prostém kroucení	8,0033e-06	m ⁴



Parametry interakční metody 1

It		
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$	1511,73	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,z}$	-5,9	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$	1,00	
Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	Tabulka A.2 řádek 2 (obecná)	
Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$	-76,77	kNm
Maximální relativní průhyb $\delta_{rel,y}$	0,4	mm
Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$	1,00	
Součinitel $\mu_{y,z}$	1,00	
Součinitel $\epsilon_{y,z}$	8,65	
Součinitel a_{LT}	1,00	
Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$	21248564,97	kNm
Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$	0,01	
Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$	0,20	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{my}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz}	1,00	
Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT}	1,00	

Jednotkový posudek (6.61) = $0,07 + 0,68 + 0,10 = 0,85$

Jednotkový posudek (6.62) = $0,07 + 0,63 + 0,10 = 0,85$

Posudek ztráty stability od smyku

Podle EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametry ztráty stability od smyku

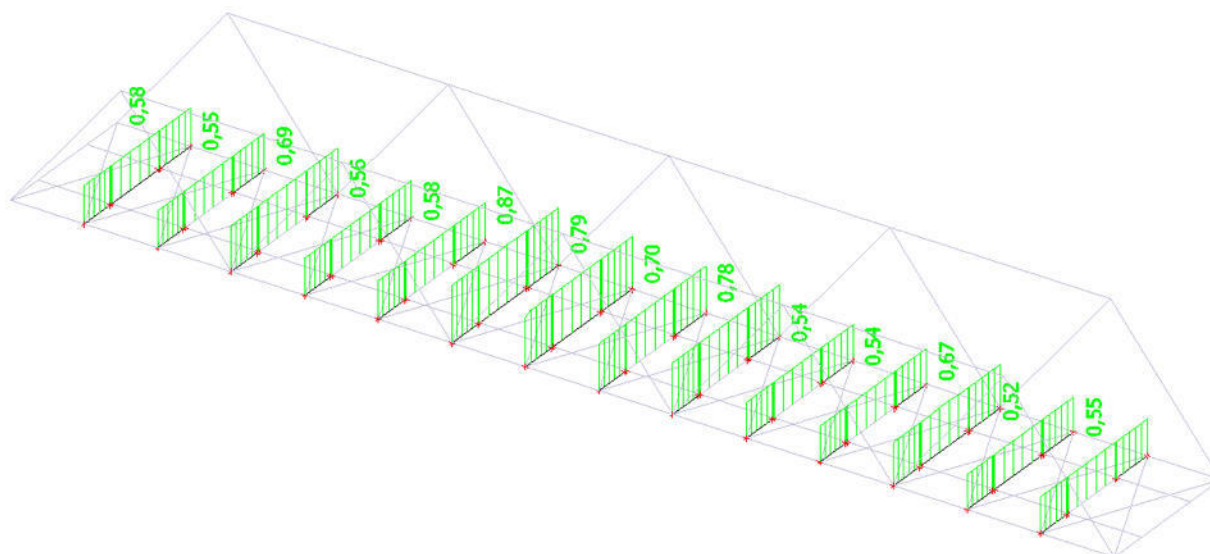
Délka pole vzpěru a	5,800	m
Stojina	nevyztužený	
Výška stojiny h_w	700	mm
Tloušťka stojiny t	22	mm
Materiálový součinitel ϵ	0,83	
Součinitel smykové korekce η	1,20	

Ověření ztráty stability od smyku

Štíhlost stojiny h_w/t	31,82
Limit štíhlosti stojiny	49,52

Poznámka: Štíhlost stojiny umožňuje ignorovat účinky rovinného vzpěru podle EN 1993-1-5 čl. 5.1(2).

Prvek splňuje podmínky stabilního posudku.



25. Reakce v ložiskách K1 a K2

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Pojmenovaný výběr - K12

Kombinace : CO13

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
K1/N471	CO13/7	-1202,08	-216,84	1203,14	0,00	0,00	0,00
K1/N471	CO13/8	1244,81	223,04	2692,73	0,00	0,00	0,00
K1/N471	CO13/9	186,34	-298,05	1174,24	0,00	0,00	0,00
K1/N471	CO13/10	-143,60	304,24	2721,63	0,00	0,00	0,00
K1/N471	CO13/11	-1053,63	-294,76	1013,52	0,00	0,00	0,00
K1/N471	CO13/12	997,45	226,40	3294,78	0,00	0,00	0,00
K1/N471	CO13/13	0,00	0,00	1465,96	0,00	0,00	0,00
K2/N561	CO13/14	-1228,79	0,00	2530,42	0,00	0,00	0,00
K2/N561	CO13/15	1186,05	0,00	1290,07	0,00	0,00	0,00
K2/N561	CO13/16	0,00	0,00	1465,96	0,00	0,00	0,00
K2/N561	CO13/17	175,12	0,00	1013,52	0,00	0,00	0,00
K2/N561	CO13/18	-353,47	0,00	3187,04	0,00	0,00	0,00

26. Reakce v ložiskách K3 a K4

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Pojmenovaný výběr - K34

Kombinace : CO14

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
K3/N501	CO14/13	0,00	0,00	1465,96	0,00	0,00	0,00
K3/N501	CO14/18	0,00	-178,33	2577,53	0,00	0,00	0,00
K3/N501	CO14/19	0,00	172,29	1318,27	0,00	0,00	0,00
K3/N501	CO14/20	0,00	-43,74	1014,00	0,00	0,00	0,00
K3/N501	CO14/21	0,00	-8,10	3294,40	0,00	0,00	0,00
K4/N546	CO14/13	0,00	0,00	1465,96	0,00	0,00	0,00
K4/N546	CO14/22	0,00	0,00	1014,00	0,00	0,00	0,00
K4/N546	CO14/23	0,00	0,00	3186,85	0,00	0,00	0,00

27. Vodorovné posuny a natočení v ložiskách

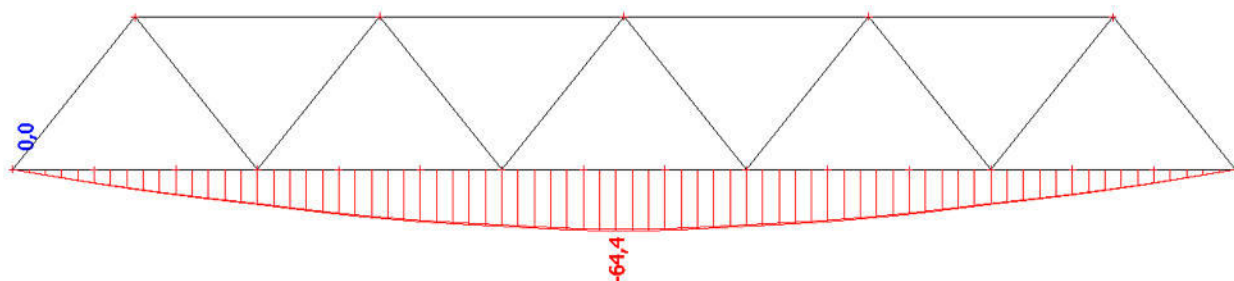
Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Pojmenovaný výběr - Ložiska - uzly

Kombinace : CO13

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
N501	CO13/24	-25,3	0,0	0,0	-1,0	-2,2	-0,8
N501	CO13/25	48,4	0,0	0,0	-1,4	-5,3	-0,3
N501	CO13/13	8,9	0,0	0,0	-1,2	-3,2	-0,7
N501	CO13/26	-2,5	0,0	0,0	-1,7	-6,1	-0,9
N501	CO13/27	28,0	0,0	0,0	-0,8	-2,6	-0,1
N501	CO13/28	1,6	0,0	0,0	-1,5	-6,5	-0,3
N501	CO13/29	23,4	0,0	0,0	-1,0	-2,0	-1,1
N501	CO13/30	27,3	0,0	0,0	-1,1	-2,5	-1,4
N501	CO13/31	-5,0	0,0	0,0	-1,2	-5,0	0,3
N546	CO13/32	-25,3	-4,1	0,0	1,0	-2,2	0,8
N546	CO13/33	48,2	4,4	0,0	1,4	-5,2	0,4
N546	CO13/34	-18,5	-4,1	0,0	1,4	-4,6	0,9
N546	CO13/35	41,5	4,4	0,0	0,9	-2,8	0,4
N546	CO13/13	8,9	0,0	0,0	1,2	-3,2	0,7
N546	CO13/36	28,0	2,7	0,0	0,8	-2,6	0,1
N546	CO13/37	-2,7	-2,5	0,0	1,7	-5,9	1,0
N546	CO13/38	1,4	-2,4	0,0	1,6	-6,4	0,4
N546	CO13/39	23,4	2,5	0,0	1,0	-2,0	1,0
N546	CO13/40	-11,9	-2,4	0,0	0,8	-2,5	-0,2
N546	CO13/10	34,0	2,5	0,0	1,5	-4,9	1,5
N471	CO13/13	0,0	0,0	0,0	-1,2	3,2	0,7
N471	CO13/38	0,0	0,0	0,0	-2,2	6,9	0,8
N471	CO13/39	0,0	0,0	0,0	-0,8	2,3	0,2
N471	CO13/41	0,0	0,0	0,0	-0,9	2,0	1,1
N471	CO13/28	0,0	0,0	0,0	-2,1	7,1	0,1
N471	CO13/42	0,0	0,0	0,0	-1,6	5,6	-0,2
N471	CO13/43	0,0	0,0	0,0	-1,1	2,3	1,3
N561	CO13/13	0,0	0,0	0,0	1,2	3,2	-0,7
N561	CO13/44	0,0	-4,2	0,0	1,8	5,2	-0,7
N561	CO13/45	0,0	4,4	0,0	0,9	2,6	-0,5
N561	CO13/29	0,0	2,7	0,0	0,8	2,3	-0,2
N561	CO13/28	0,0	-2,6	0,0	2,2	6,7	-0,8
N561	CO13/46	0,0	2,5	0,0	0,9	2,0	-1,1
N561	CO13/38	0,0	-2,4	0,0	2,1	6,9	-0,2
N561	CO13/19	0,0	2,5	0,0	1,1	2,3	-1,3
N561	CO13/47	0,0	-2,3	0,0	1,6	5,5	0,1

28. Posudek MSP: Celkový průhyb konstrukce



$$U_{lim} = L/400$$

$$U_{lim} = 40000/400$$

$$U_{lim} = 100 \text{ mm}$$

$$U_{max} = 64,4 \text{ mm} < U_{lim} = 100 \text{ mm}$$

Konstrukce vyhovuje na 2. mezní stavz hlediska deformací.

29. Posudek MSP: Průhyb jednotlivých konstrukčních prvků

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO10

Průřez : CS6_diagonala_vnitřní - Iw (400; 12; 300; 18; 364; 0)

Prvek	dx [mm]	Stav - kombinace	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]	Posudek uy [-]	Posudek uz [-]
B448	2988,120	CO10/48	-1,4	1/4579	2,5	1/2590	0,04	0,08
B456	6403,120	CO10/49	0,0	1/10000	0,0	1/10000	0,00	0,00
B464	2561,251	CO10/50	-0,9	1/6990	-6,9	1/931	0,03	0,21
B451	3841,870	CO10/51	-0,9	1/6990	6,9	1/926	0,03	0,22

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO11

Průřez : CS1_krajní_přicnik - Iwn (744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0)

Prvek	dx [mm]	Stav - kombinace	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]	Posudek uy [-]	Posudek uz [-]
B446	2515,000	CO11/52	-1,4	1/4053	-2,6	1/2226	0,05	0,09
B515	2515,000	CO11/53	1,4	1/4056	-1,4	1/4052	0,05	0,05
B515	3025,000	CO11/54	0,3	1/10000	-4,7	1/1225	0,01	0,16
B446	0,000	CO11/55	0,0	0	0,0	0	0,00	0,00

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : CO12

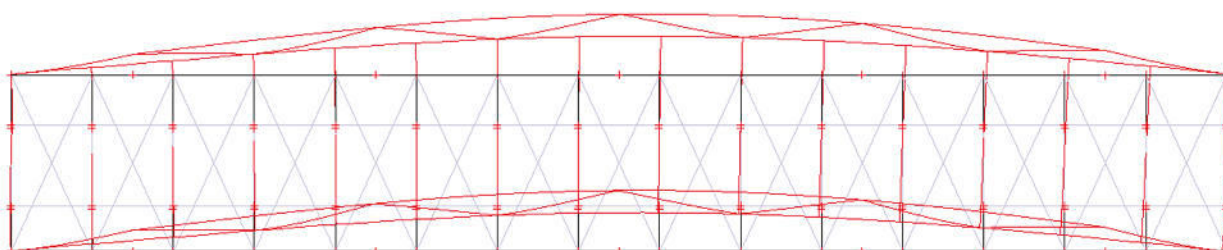
Průřez : CS2_vnitřní_přicnik - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)

Prvek	dx [mm]	Stav - kombinace	uy [mm]	Rel uy [1/xx]	uz [mm]	Rel uz [1/xx]	Posudek uy [-]	Posudek uz [-]
B514	2515,000	CO12/56	-0,4	1/10000	-1,8	1/3212	0,01	0,06
B501	3025,000	CO12/57	0,4	1/10000	-1,8	1/3155	0,01	0,06
B509	3025,000	CO12/58	0,3	1/10000	-4,5	1/1285	0,01	0,16
B501	0,000	CO12/55	0,0	0	0,0	0	0,00	0,00
B509	3025,001	CO12/58	0,3	1/10000	-4,5	1/1285	0,01	0,16

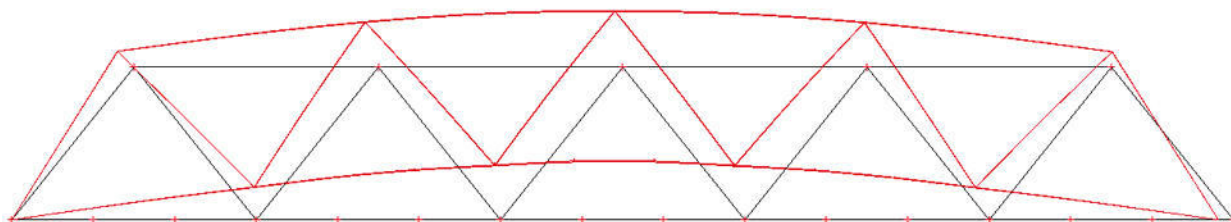
30. Vlastní frekvence

N	f [Hz]	omega [1/s]	omega ² [1/s ²]	T [s]
Kombinace hmot : CM1				
1	2,06	12,93	167,10	0,49
2	2,58	16,21	262,83	0,39
3	4,35	27,31	746,10	0,23
4	4,75	29,84	890,33	0,21
5	4,86	30,56	933,82	0,21

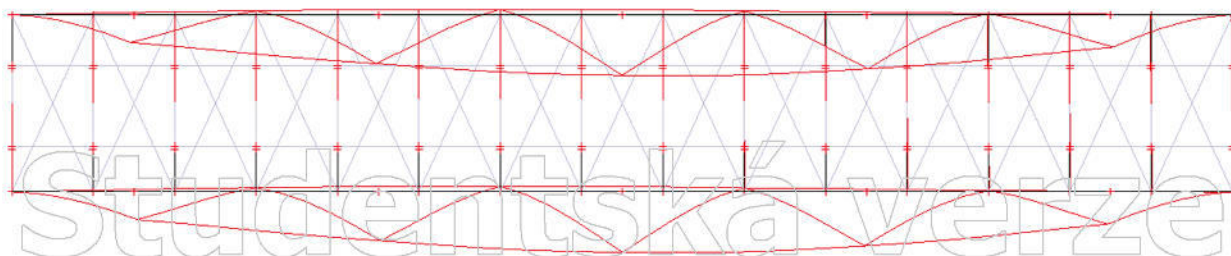
První vlastní frekvence konstrukce $f_1=2,06$ Hz. Deformace celé konstrukce. Pohled kolmo k rovině xy.



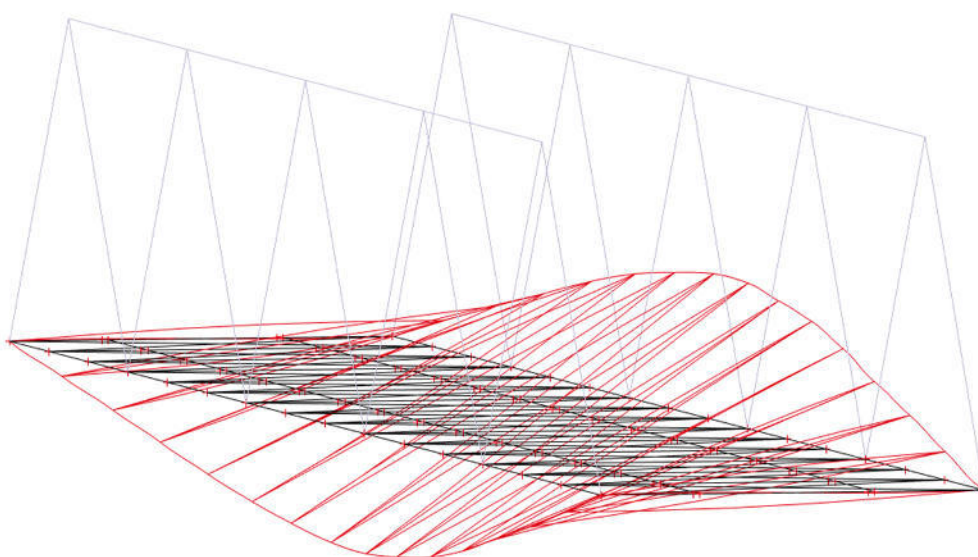
Druhá vlastní frekvence konstrukce $f_2=2,58$ Hz. Deformace celé konstrukce. Pohled kolmo k rovině xz.



Třetí vlastní frekvence konstrukce $f_3=4,35$ Hz. Deformace celé konstrukce. Pohled kolmo k rovině xy.



Třetí vlastní frekvence konstrukce $f_3=4,35$ Hz. Deformace mostovky.





Pro rozhodnutí, zda je požadována dynamická analýza konstrukce je třeba vyhodnotit vývojový diagram na obr. 6.9 normy ČSN EN 1991-2 a zatřídit první vlastní ohybovou frekvenci od účinků zatížení konstrukce stálým zatížením do intervalu na obr. 6.10 normy ČSN EN 1991-2.

První vlastní ohybová frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími spadá do intervalu dle obr. 6.10 normy ČSN EN 1991-2.:

$$f_1 = 2,06 \text{ Hz} < n_{0, \text{MIN}} = 2,65 \text{ Hz}$$

1,2-násobek první vlastní ohybové frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími je menší než první vlastní kruticí frekvence mostu zatíženého stálými zatíženími:

$$1,2 \times f_1 = 1,2 \times 2,06 = 2,47 \text{ Hz} < f_3 = 4,35 \text{ Hz}$$

Dynamická analýza není požadována.

31. Výkaz materiálů

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [mm ²]	Objem [m ³]
Celkový součet :	100979,0	1250126294,136	1,2611e+01

Vysvětlivky symbolů

Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D dílce
--------	--

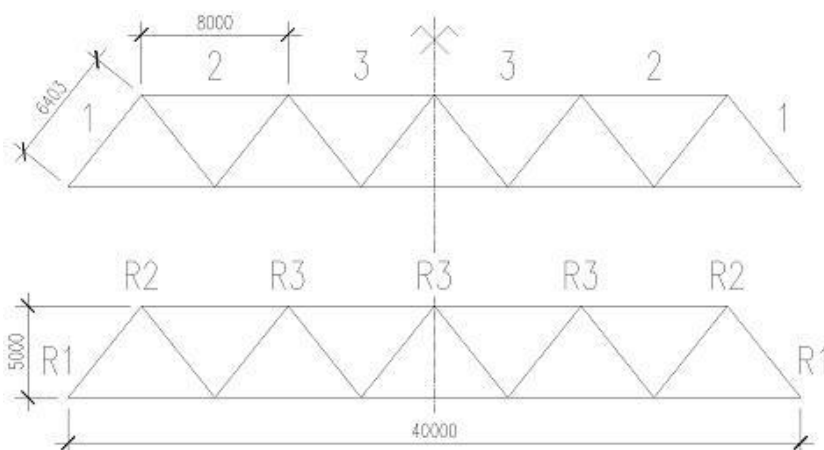
Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [mm]	Hmotnost [kg]	Povrch [mm ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
CS2_vnitřní_přicnik - Iwn (744; 22; 1370; 14; 500; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	397,0	81200,005	32235,4	420940826,416	8007,0	4,0259e+00
CS4_horní_pas - Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)	S 355 J2 (EN 10025-2)	239,4	64000,000	15324,2	112896003,723	8007,0	1,9139e+00
CS5_dolní_pas - Iwn (1360; 12; 364; 30; 440; 30; 1300; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	318,0	80000,000	25443,0	344320007,324	8007,0	3,1776e+00
CS7_nahradní_ztuzidlo - CFCHS139.7X10	S 355 J2 (EN 10025-2)	32,6	191509,857	6248,7	84072807,312	8007,0	7,8040e-01
CS1_krajní_přicnik - Iwn (744; 18; 560; 14; 450; 30; 700; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	271,8	11600,000	3152,4	40275199,890	8007,0	3,9370e-01
CS6_diagonála_vnitřní - Iw (400; 12; 300; 18; 364; 0)	S 355 J2 (EN 10025-2)	121,5	102449,944	12442,6	202441009,521	8007,0	1,5540e+00
CS8_diagonála_krajní - Stěna komory (440; 22; 400; 18; 364; 16; 20)	S 355 J2 (EN 10025-2)	239,4	25612,480	6132,7	45180416,107	8007,0	7,6592e-01

Ve výkazu materiálu jsou uvedeny pouze 1D prutové prvky bez části mostovkového plechu a podélných výztuh. Naopak je zde uvedeno pomocné ztužení konstrukce, jehož funkci ve skutečnosti zajišťuje právě plech mostovky. Při tloušťce plechu 14 mm, rozměrech 5,8 × 40 m a objemové hmotnosti 8007 kg.m⁻³ je jeho hmotnost 15084 kg (vyjma již započítaných efektivních šířek pro příčné výztuhy). Při rozměrech podélné výztuhy 200x20 mm a počtu 12 ks na šířku mostovky je jejich hmotnost 15373 kg.

Celková hmotnost ocelové konstrukce je **125187 kg**.

32 STABILITA HORNÍHO PÁSU PŘÍHRADOVÉHO NOSNÍKU

U mostů s dolní mostovkou bez vodorovného ztužení v úrovni horního pásu hlavních nosníků je nutno ověřit tuhost příčných polorámů. Navržený příhradový hlavní nosník je symetrický, je tedy třeba posoudit polovinu ze všech polorámů. Je také nutné rozdělit posudek na posouzení vnitřního polorámu, kdy jsou všechny diagonály tvořeny svařovaným I profilem a na posudek krajních polorámů, kdy na jedné straně jsou diagonály stejného průřezu, jako horní pás příhradového nosníku.



Obrázek 1: Schéma polorámů pro výpočet

Tuhost jednoho polorámu je vypočtena ze vzorce:

$$C = \frac{E \cdot I_v}{\frac{h_v^3}{3(I_{v1} + I_{v2})} + \frac{h^2 \cdot b_p}{2 \cdot \left(\frac{I_{p1}}{n} + \frac{I_{p2}}{2}\right)}}$$

Příčemž:

- h osová vzdálenost těžiště příčnicku a horního pásu příhradového nosníku
- h_v vzdálenost horní hrany příčnicku/povrchu mostovky a horního pásu příhrady
- b_p délka příčnicku
- I_v moment setrvačnosti příslušných diagonál
- I_p moment setrvačnosti příslušných příčnicků
- n parametr výpočtu.

Poznámka: Parametr výpočtu n je zaveden, protože jednotlivé příčnicky jsou vždy součástí dvou sousedních příčných polorámů, pouze krajní příčnicky jsou využity plně jen pro jeden polorám. Proto tedy pro krajní polorámy platí $n=1$ a pro vnitřní polorámy platí $n=2$.

32.1 VÝPOČET TUHOSTÍ POLORÁMŮ A JEJICH POSUDEK

Pro rozhodnutí, zda je tuhost příčného polorámu dostatečná a lze tedy počítat vzpěrnou délku jednoho prutu tlačného pásu jako délku modulu příhradového nosníku, je třeba vypočítat C_{min} , tedy minimální potřebnou tuhost příčného polorámu a porovnat ji s vypočtenými tuhostmi jednotlivých polorámů.

Stanovení součinitele β_m

Dílčí pole	A [m ²]	i _z [mm]	N _{Sd} [kN]	N _{Rd} [kN]	φ_i [-]	λ pom. [-]	$\lambda_{i,max}$ [-]	L _{z,max} [mm]	s _{min} [mm]	β_i	$\beta_{i,red}$
1	2,99E-02	158	3327	9231	0,360	1,451	110,9	17518	6403	2,74	2,74
2	2,99E-02	158	4041	9231	0,438	1,279	97,7	15441	8000	1,93	1,93
3	2,99E-02	158	6154	9231	0,667	0,891	68,1	10757	8000	1,34	1,34
										$\beta_m = 2,00$	

Tuhost vnitřního polorámu

b	5800 mm
h	5000 mm
h _v	4650 mm
I _{v,1}	4,43E+08 mm ⁴
I _{v,2}	4,43E+08 mm ⁴
I _{p,1}	4,63E+09 mm ⁴
I _{p,2}	4,63E+09 mm ⁴
C_v	3922 N/mm

C _{min}	661 N/mm
u _v	1,40
u _v × C _{min}	926 N/mm
Posudek	✓

Tuhost koncového polorámu

b	5800 mm
h	5000 mm
h _k	4650 mm
I _{v,1}	7,46E+08 mm ⁴
I _{v,2}	4,43E+08 mm ⁴
I _{p,1}	3,18E+09 mm ⁴
I _{p,2}	4,63E+09 mm ⁴
C_k	5073 N/mm

C _{min}	661 N/mm
u _k	2,40
u _k × C _{min}	1590 N/mm
Posudek	✓

Z posudku vyplývá, že hodnota $C_v > v_v \cdot C_{min}$, resp. $C_k > v_k \cdot C_{min}$ a tedy lze vzpěrnou délku tlačného pásu příhradového nosníku z roviny uvažovat jako skutečnou vzdálenost polorámů.

Pro výpočet příčných sil, působících v těžišti tlačného pásu hlavního nosníku je třeba vypočítat kritickou sílu N_{cr} pro jednotlivé polorámy podle:

$$N_{cr} = 2 \cdot \sqrt{\frac{C}{s_{min}}} \cdot E \cdot I_z$$

Výsledné příčné síly V_{sd} se potom vypočtou dle vzorce:

$$V_{sd} = \frac{s}{s_{min}} \cdot \frac{N_{Ed}}{80} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}}$$

Výsledné síly V_{Sd} pro jednotlivé polorámy jsou uvedeny v následující tabulce. Síly působí v těžišti horního tlačného pásu hlavního příhradového nosníku a jsou zahrnuty ve výpočtovém modelu strojního statického výpočtu.

Příčná síla od vzpěru horního pásu

Polorám	C [N/mm]	I_z [mm ⁴]	N_{cr} [kN]	N_{max} [kN]	s_{min} [mm]	s_k [mm]	V_{Sd} [kN]
R1	5073	7,46E+08	22286	3327	6403	8331	37,57
R2	3922	7,46E+08	17531	4041	8000	9393	55,91
R3	3922	7,46E+08	17531	6154	8000	9393	100,96

33 NÁVRH A POSOUZENÍ MOSTOVKY

33.1 PŘÍČNÍK

Určení účinné spolupůsobící šířky mostovky, kdy:

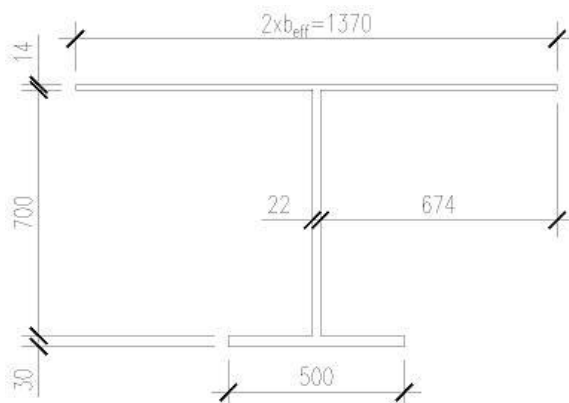
- $b_0 = 1333 \text{ mm}$
- $t = 22 \text{ mm}$
- $A_{sl} = 52\,800 \text{ mm}^2$
- $L_e = 5800 \text{ mm}$

$$\alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{A_{sl}}{b_0 \cdot t}} = \sqrt{1 + \frac{52800}{1333 \cdot 22}} = 1,673$$

$$\kappa = \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_e} = \frac{1,673 \cdot 1333}{5800} = 0,385$$

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4 \cdot \kappa^2} = \frac{1}{1 + 6,4 \cdot 0,385^2} = 0,514$$

$$b_{eff} = \beta_1 \cdot b_0 = 0,514 \cdot 1333 = 685 \text{ mm}$$



33.1.1 ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

- Stojina: $\frac{c}{t} = \frac{700}{22} = 31,82$, $\frac{c}{t_{lim}} = 72 \cdot \epsilon = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 58,58$

$$31,82 < 58,58 \Rightarrow \text{třída 1}$$

- Pásnice: $\frac{c}{t} = \frac{674}{14} = 48,14$, $\frac{c}{t_{lim}} = 14 \cdot \epsilon = 14 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 14 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 11,39$

$$48,14 > 11,39 \Rightarrow \text{třída 4}$$

33.1.2 VLIV BOULENÍ

$$\bar{\lambda}_p = \frac{\frac{\bar{b}}{t}}{28,4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = \frac{\frac{674}{14}}{28,4 \cdot 0,814 \cdot \sqrt{0,43}} = 3,176$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{3,176 - 0,188}{3,176^2} = 0,296$$

$$b_{eff} = \rho \cdot c = 0,296 \cdot 674 = 199,65 \text{ mm}$$

33.1.3 POSOUZENÍ

$$M_{Ed} = 1512,59 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 589,15 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y \cdot W_{el,y}}{\gamma_{M0}} = \frac{355 \cdot 10^3 \cdot 6,721 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 2386 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 1512,59 \text{ kNm} < M_{Rd} = 2386 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- vliv boulení na smykovou únosnost

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \epsilon} = \frac{700}{86,4 \cdot 22 \cdot 0,814} = 0,452 \rightarrow \chi_w = 1,00$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 0,7 \cdot 0,022}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 2869 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 589,15 \text{ kN} < V_{bw,Rd} = 2869 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{Ed} = 589,15 \text{ kN} < 0,5 \cdot V_{bw,Rd} = 1434 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Není třeba redukce momentové únosnosti M_{Rd} .

33.1.4 POSOUZENÍ PŘÍPOJE PŘÍČNÍKU K DOLNÍMU PÁSU HLAVNÍHO NOSNÍKU

Posuzuji přípoj příčné výztuhy, která bude koutovým oboustranným svárem přivařena na hlavní nosník. Samotný příčník bude na montáži připevněn na výztuhu tupým svarem s plným průvarem. Navrhuji oboustranný koutový svár velikosti $a = 5 \text{ mm}$

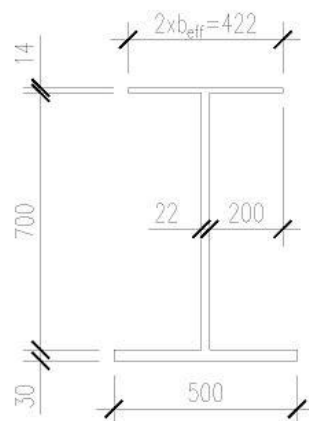
$$f_{v,w,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa}$$

$$l = h_w - 2 \cdot a - 2 \cdot r = 700 - 2 \cdot 5 - 2 \cdot 30 = 630 \text{ mm}$$

$$F_{w,Ed} = \frac{V_{Ed}}{2 \cdot l} = \frac{589,15}{2 \cdot 630 \cdot 10^{-3}} = 467,58 \text{ kNm}^{-1}$$

$$F_{w,Rd} = f_{v,w,d} \cdot a = 261 \cdot 5 = 1309 \text{ kNm}^{-1}$$

$$F_{w,Ed} = 467,58 \text{ kNm}^{-1} < F_{w,Rd} = 1309 \text{ kNm}^{-1} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

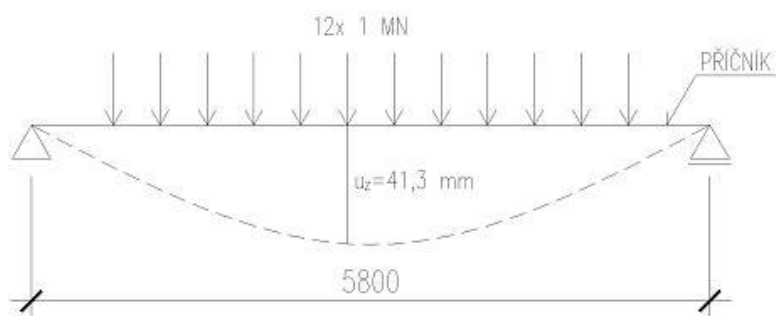


33.2 PODÉLNÁ VÝZTUHA

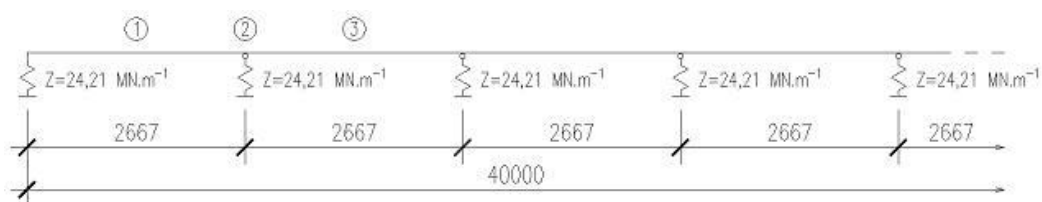
33.2.1 STŘEDNÍ VÝZTUHA

- Spojitý nosník s pružnými podporami v místě připojení na příčnky. Výpočet tuhosti podpor:

$$Z = \frac{1}{\sum \delta_{ij}} = \frac{1}{0,0413} = 24,21 \text{ MN.m}^{-1}$$



- Statický model:

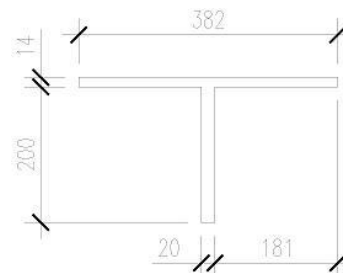


Vnitřní síly (získáno ze strojového výpočtu Scia Engineer):

1. $M_{Ed} = 46,44 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = 78,87 \text{ kN}$
2. $M_{Ed} = 32,92 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = 99,11 \text{ kN}$
3. $M_{Ed} = 29,59 \text{ kNm}$
 $V_{Ed} = 11,80 \text{ kN}$

33.2.1.1 Účinné průřezy

1. $L_e = 0,85 \cdot L_1 = 0,85 \cdot 2667 = 2267 \text{ mm}$
 $\kappa = \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_e} = \frac{1,0 \cdot 200}{2267} = 0,088$
 $\beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4 \cdot \kappa^2} = \frac{1}{1 + 6,4 \cdot 0,088^2} = 0,953$
 $b_{eff1} = \beta_1 \cdot b_0 = 0,953 \cdot 200 = 191 \text{ mm}$

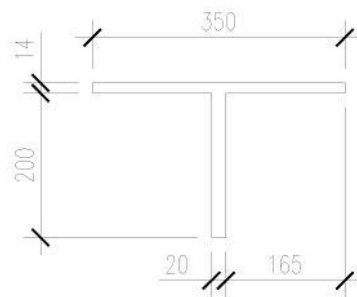


$$2. L_e = \frac{1}{4} \cdot (L_1 + L_2) = \frac{1}{4} \cdot (2667 + 2667) = 1333 \text{ mm}$$

$$\kappa = \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_e} = \frac{1,0 \cdot 200}{1333} = 0,150$$

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4 \cdot \kappa^2} = \frac{1}{1 + 6,4 \cdot 0,150^2} = 0,874$$

$$b_{eff1} = \beta_1 \cdot b_0 = 0,874 \cdot 200 = 175 \text{ mm}$$

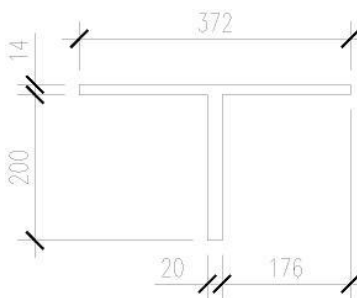


$$3. L_e = 0,85 \cdot L_1 = 0,70 \cdot 2667 = 1867 \text{ mm}$$

$$\kappa = \frac{\alpha_0 \cdot b_0}{L_e} = \frac{1,0 \cdot 200}{1867} = 0,107$$

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4 \cdot \kappa^2} = \frac{1}{1 + 6,4 \cdot 0,107^2} = 0,932$$

$$b_{eff1} = \beta_1 \cdot b_0 = 0,932 \cdot 200 = 186 \text{ mm}$$

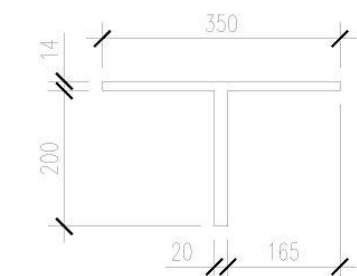


33.2.1.2 Vliv boulení

$$1. \bar{\lambda}_p = \frac{\frac{\bar{b}}{t}}{28,4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = \frac{\frac{181}{14}}{28,4 \cdot 0,814 \cdot \sqrt{0,43}} = 0,853$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{0,853 - 0,188}{0,853^2} = 0,914$$

$$b_{eff} = \rho \cdot c = 0,914 \cdot 181 = 165 \text{ mm}$$

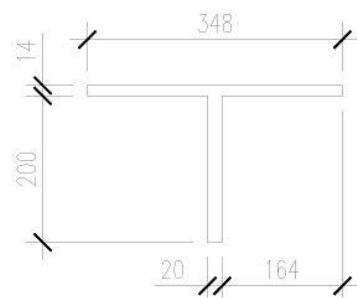


2. Pásnice je tažená – bez vlivu boulení

$$3. \bar{\lambda}_p = \frac{\frac{\bar{b}}{t}}{28,4 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = \frac{\frac{176}{14}}{28,4 \cdot 0,814 \cdot \sqrt{0,43}} = 0,829$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} = \frac{0,829 - 0,188}{0,829^2} = 0,933$$

$$b_{eff} = \rho \cdot c = 0,933 \cdot 176 = 164 \text{ mm}$$



33.2.1.3 Posouzení únosnosti

$$1. A = 8,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 3,863 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 2,431 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y \cdot W_{el,y}}{\gamma_{M0}} = \frac{355 \cdot 10^3 \cdot 2,431 \cdot 10^5}{1,0} = 86,30 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 46,44 \text{ kNm} < M_{Rd} = 86,30 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- vliv boulení na smykovou únosnost

$$\overline{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \epsilon} = \frac{200}{86,4 \cdot 20 \cdot 0,814} = 0,142 \rightarrow \chi_w = 1,00$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,02}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 745,3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 78,87 \text{ kN} < V_{bw,Rd} = 745,3 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{Ed} = 78,87 \text{ kN} < 0,5 \cdot V_{bw,Rd} = 373 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Není třeba redukce momentové únosnosti M_{Rd} .

2. $A = 8,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

$$I_y = 3,863 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 2,431 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y \cdot W_{el,y}}{\gamma_{M0}} = \frac{355 \cdot 10^3 \cdot 2,431 \cdot 10^5}{1,0} = 86,30 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 32,92 \text{ kNm} < M_{Rd} = 86,30 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$S = \frac{z^2}{2} \cdot b = \frac{159^2}{2} \cdot 20 = 1,264 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot S}{I_y \cdot t} = \frac{99,11 \cdot 10^3 \cdot 1,264 \cdot 10^5}{3,863 \cdot 10^7 \cdot 10} = 32,43 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{Ed}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}} = \frac{32,43}{\frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0}} = 0,16 < 1,00 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

3. $A = 8,872 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

$$I_y = 3,856 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 2,429 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y \cdot W_{el,y}}{\gamma_{M0}} = \frac{355 \cdot 10^3 \cdot 2,429 \cdot 10^5}{1,0} = 86,23 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 29,59 \text{ kNm} < M_{Rd} = 86,23 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- vliv boulení na smykovou únosnost

$$\overline{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \epsilon} = \frac{200}{86,4 \cdot 20 \cdot 0,814} = 0,142 \rightarrow \chi_w = 1,00$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,02}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 745,3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 11,80 \text{ kN} < V_{bw,Rd} = 745,3 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

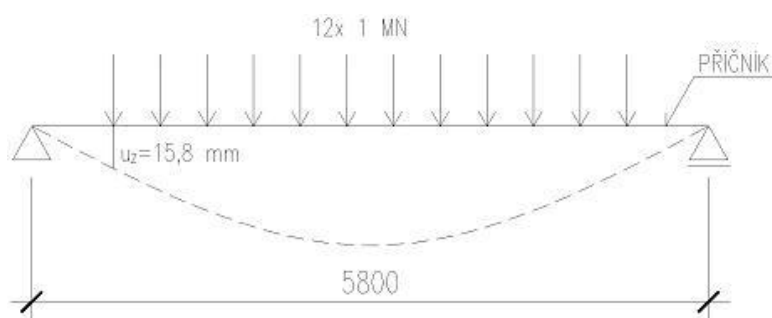
$$V_{Ed} = 11,80 \text{ kN} < 0,5 \cdot V_{bw,Rd} = 373 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Není třeba redukce momentové únosnosti M_{Rd} .

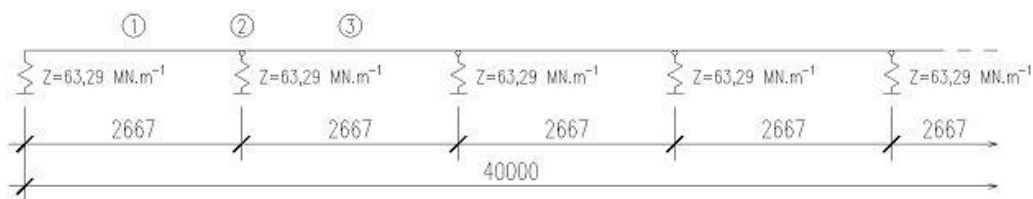
33.2.2 KRAJNÍ VÝZTUHA

- Spojitý nosník s pružnými podporami v místě připojení na příčníky. Výpočet tuhosti podpor:

$$Z = \frac{1}{\sum \delta_{ij}} = \frac{1}{0,0158} = 63,29 \text{ MN.m}^{-1}$$



- Statický model:



Vnitřní síly (získáno ze strojového výpočtu Scia Engineer):

1. $M_{Ed} = 36,35 \text{ kNm}$

$V_{Ed} = 69,76 \text{ kN}$

2. $M_{Ed} = 50,82 \text{ kNm}$

$V_{Ed} = 107,88 \text{ kN}$

3. $M_{Ed} = 17,32 \text{ kNm}$

$V_{Ed} = 10,35 \text{ kN}$

33.2.2.1 Účinné průřezy

- Stejně jako u vnitřní výztuhy

33.2.2.2 Posouzení únosnosti

1. $A = 8,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

$$I_y = 3,863 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 2,431 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y \cdot W_{el,y}}{\gamma_{M0}} = \frac{355 \cdot 10^3 \cdot 2,431 \cdot 10^5}{1,0} = 86,30 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 36,35 \text{ kNm} < M_{Rd} = 86,30 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- vliv boulení na smykovou únosnost

$$\overline{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \epsilon} = \frac{200}{86,4 \cdot 20 \cdot 0,814} = 0,142 \rightarrow \chi_w = 1,00$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,02}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 745,3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 69,76 \text{ kN} < V_{bw,Rd} = 745,3 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{Ed} = 69,76 \text{ kN} < 0,5 \cdot V_{bw,Rd} = 373 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Není třeba redukce momentové únosnosti M_{Rd} .

2. $A = 8,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

$$I_y = 3,863 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 2,431 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y \cdot W_{el,y}}{\gamma_{M0}} = \frac{355 \cdot 10^3 \cdot 2,431 \cdot 10^5}{1,0} = 86,30 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 50,82 \text{ kNm} < M_{Rd} = 86,30 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$S = \frac{z^2}{2} \cdot b = \frac{159^2}{2} \cdot 20 = 1,264 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot S}{I_y \cdot t} = \frac{107,88 \cdot 10^3 \cdot 1,264 \cdot 10^5}{3,863 \cdot 10^7 \cdot 10} = 35,30 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{Ed}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}} = \frac{35,30}{\frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0}} = 0,17 < 1,00 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

3. $A = 8,872 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$

$$I_y = 3,856 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 2,429 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = \frac{f_y \cdot W_{el,y}}{\gamma_{M0}} = \frac{355 \cdot 10^3 \cdot 2,429 \cdot 10^5}{1,0} = 86,23 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 17,32 \text{ kNm} < M_{Rd} = 86,23 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- vliv boulení na smykovou únosnost

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \epsilon} = \frac{200}{86,4 \cdot 20 \cdot 0,814} = 0,142 \rightarrow \chi_w = 1,00$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 355 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,02}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 745,3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 10,35 \text{ kN} < V_{bw,Rd} = 745,3 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{Ed} = 10,35 \text{ kN} < 0,5 \cdot V_{bw,Rd} = 373 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Není třeba redukce momentové únosnosti M_{Rd} .

KONSTRUKCE MOSTOVKY VYHOVUJE.

34 POSOUZENÍ VYBRANÝCH DETAILŮ KONSTRUKCE NA ÚNAVU

Bude provedeno posouzení vybraných detailů na únavu. Rozkmit napětí je vyvolán zatížením od železniční dopravy – zatěžovacího modelu 71.

- Dílčí součinitel únavového zatížení $\nu_{Ff} = 1,00$
- Dílčí součinitel únavové pevnosti $\nu_{Mf} = 1,35$
- Ekvivalentní dynamický součinitel
 - $\phi_3 = 1,08$... hlavní nosník
 - $\phi_3 = 1,40$... vnitřní příčník
 - $\phi_3 = 2,00$... koncový příčník
 - $\phi_3 = 1,55$... podélná výztuha
- Součinitel účinků poškození od dopravy
 - pro celkovou délku konstrukce mostu $L = 40,0$ m: $\lambda_1 = 0,64$
- Součinitel objemu dopravy
 - pro průměrnou celkovou hmotnost $25 \cdot 10^6$ t/rok: $\lambda_2 = 1,00$
- Součinitel návrhové životnosti mostu
 - pro návrhovou životnost 100 let: $\lambda_3 = 1,00$
- Součinitel vlivu dopravy na vedlejších kolejkách
 - pro jednokolejnou trať: $\lambda_4 = 1,00$

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,64 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,64$$

$$\lambda = 0,64 \leq \lambda_{max} = 1,4 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

34.1 PŘÍČNÍK

34.1.1 PŘÍPOJ STĚNY VNITŘNÍHO PŘÍČNÍKU K DOLNÍ PÁSNICI

Kategorie detailu 112

Referenční rozkmit napětí: $\Delta\sigma_c = 112 \text{ MPa}$

Největší napětí: $\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_i} \cdot z = \frac{464,65 \cdot 10^3}{4,417 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,395 = 41,55 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí: $\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,min}}{I_i} \cdot z = \frac{-9,42 \cdot 10^3}{4,417 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,395 = -0,84 \text{ MPa}$

Rozkmit napětí: $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |41,55 - (-0,84)| = 42,4 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_3 \cdot \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,4 \cdot 42,4 = 37,98 \text{ MPa}$

Posudek: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 37,98 \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{112}{1,35} = 82,96 \text{ MPa}$

37,98 MPa < 82,96 MPa VYHOVUJE

34.1.2 PŘÍPOJ STĚNY VNITŘNÍHO PŘÍČNÍKU K MOSTOVKOVÉMU PLECHU

Kategorie detailu 80

Referenční rozkmit napětí: $\Delta\sigma_c = 80 \text{ MPa}$

Největší napětí: $\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_i} \cdot z = \frac{464,65 \cdot 10^3}{4,417 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,395 = 41,55 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí: $\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,min}}{I_i} \cdot z = \frac{-9,42 \cdot 10^3}{4,417 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,395 = -0,84 \text{ MPa}$

Rozkmit napětí: $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |41,55 - (-0,84)| = 42,4 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_3 \cdot \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,4 \cdot 42,4 = 37,98 \text{ MPa}$

Posudek: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 37,98 \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{80}{1,35} = 59,26 \text{ MPa}$

37,98 MPa < 59,26 MPa VYHOVUJE

34.1.3 PŘÍPOJ STĚNY KONCOVÉHO PŘÍČNÍKU K DOLNÍ PÁSNICI

Kategorie detailu 112

Referenční rozkmit napětí: $\Delta\sigma_c = 112 \text{ MPa}$

Největší napětí: $\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_i} \cdot z = \frac{230,95 \cdot 10^3}{3,180,10^{-3}} \cdot 0,317 = 23,02 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí: $\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,min}}{I_i} \cdot z = \frac{-3,66 \cdot 10^3}{3,180,10^{-3}} \cdot 0,317 = -0,36 \text{ MPa}$

Rozkmit napětí: $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |23,02 - (-0,36)| = 23,4 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_3 \cdot \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 2 \cdot 0,23,4 = 29,92 \text{ MPa}$

Posudek: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 29,92 \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{112}{1,35} = 82,96 \text{ MPa}$

$$29,92 \text{ MPa} < 82,96 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

34.1.4 PŘÍPOJ STĚNY KONCOVÉHO PŘÍČNÍKU K MOSTOVKOVÉMU PLECHU

Kategorie detailu 80

Referenční rozkmit napětí: $\Delta\sigma_c = 80 \text{ MPa}$

Největší napětí: $\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_i} \cdot z = \frac{230,95 \cdot 10^3}{3,180,10^{-3}} \cdot 0,317 = 23,02 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí: $\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,min}}{I_i} \cdot z = \frac{-3,66 \cdot 10^3}{3,180,10^{-3}} \cdot 0,317 = -0,36 \text{ MPa}$

Rozkmit napětí: $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |23,02 - (-0,36)| = 23,4 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_3 \cdot \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 2 \cdot 0,23,4 = 29,92 \text{ MPa}$

Posudek: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 29,92 \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{80}{1,35} = 59,26 \text{ MPa}$

$$29,92 \text{ MPa} < 59,26 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

34.2 HLAVNÍ NOSNÍK

34.2.1 PŘÍPOJ SVISLÉ PŘÍČNÉ VÝZTUHY K DOLNÍMU PÁSU HLAVNÍHO NOSNÍKU

Kategorie detailu 80

Referenční rozkmit napětí: $\Delta\sigma_c = 80 \text{ MPa}$

Největší napětí: $\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_i} \cdot z = \frac{573,75 \cdot 10^3}{9,318,10^{-3}} \cdot 0,658 = 40,52 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí: $\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,min}}{I_i} \cdot z = \frac{-47,27 \cdot 10^3}{9,318,10^{-3}} \cdot 0,658 = -3,34 \text{ MPa}$

Rozkmit napětí: $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |40,52 - (-3,34)| = 43,9 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_3 \cdot \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,08 \cdot 43,9 = 30,31 \text{ MPa}$

Posudek: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 36,70 \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{80}{1,35} = 59,26 \text{ MPa}$

30,31 MPa < 59,26 MPa VYHOVUJE

34.2.2 MONTÁŽNÍ SPOJ DOLNÍHO PÁSU HLAVNÍHO NOSNÍKU

Kategorie detailu 71

Referenční rozkmit napětí: $\Delta\sigma_c = 71 \text{ MPa}$

Největší napětí: $\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_i} \cdot z = \frac{573,75 \cdot 10^3}{9,318 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,658 = 40,52 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí: $\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,min}}{I_i} \cdot z = \frac{-47,27 \cdot 10^3}{9,318 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,658 = -3,34 \text{ MPa}$

Rozkmit napětí: $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |49,02 - (-4,04)| = 43,9 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_3 \cdot \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,08 \cdot 43,9 = 30,31 \text{ MPa}$

Posudek: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0 \cdot 36,70 \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{71}{1,35} = 52,60 \text{ MPa}$

30,31 MPa < 52,60 MPa VYHOVUJE

34.3 PODÉLNÁ VÝZTUHA

34.3.1 PŘÍPOJ PODÉLNÉ VÝZTUHY K VNITŘNÍMU PŘÍČNÍKU

Kategorie detailu 56

Referenční rozkmit napětí: $\Delta\sigma_c = 56 \text{ MPa}$

Největší napětí: $\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_i} \cdot z = \frac{464,65 \cdot 10^3}{4,417 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,395 = 41,55 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí: $\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,min}}{I_i} \cdot z = \frac{-9,42 \cdot 10^3}{4,417 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,395 = -0,84 \text{ MPa}$

Rozkmit napětí: $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |41,55 - (-0,84)| = 42,4 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_3 \cdot \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 1,4 \cdot 42,4 = 37,98 \text{ MPa}$

Rozkmit smyk. napětí: $\Delta\tau = 2,2 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{eq} = \frac{1}{2} \left(\Delta\sigma_{E2} + \sqrt{\Delta\sigma_{E2}^2 + 4\Delta\tau^2} \right) = 38,11 \text{ MPa}$

Posudek: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0.38,11 \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{56}{1,35} = 41,48 \text{ MPa}$

38,11 MPa < 41,48 MPa VYHOVUJE

34.3.2 PŘÍPOJ PODÉLNÉ VÝZTUHY KE KONCOVÉMU PŘÍČNÍKU

Kategorie detailu 56

Referenční rozkmit napětí: $\Delta\sigma_c = 56 \text{ MPa}$

Největší napětí: $\sigma_{p,max} = \frac{M_{Q,max}}{I_i} \cdot z = \frac{230,95 \cdot 10^3}{3,180 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,317 = 23,02 \text{ MPa}$

Nejmenší napětí: $\sigma_{p,min} = \frac{M_{Q,min}}{I_i} \cdot z = \frac{-3,66 \cdot 10^3}{3,180 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,317 = -0,36 \text{ MPa}$

Rozkmit napětí: $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| = |23,02 - (-0,36)| = 23,4 \text{ MPa}$

Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{E2} = \lambda \cdot \phi_3 \cdot \Delta\sigma_p = 0,64 \cdot 2,0 \cdot 23,4 = 29,92 \text{ MPa}$

Rozkmit smyk. napětí: $\Delta\tau = 1,3 \text{ MPa}$

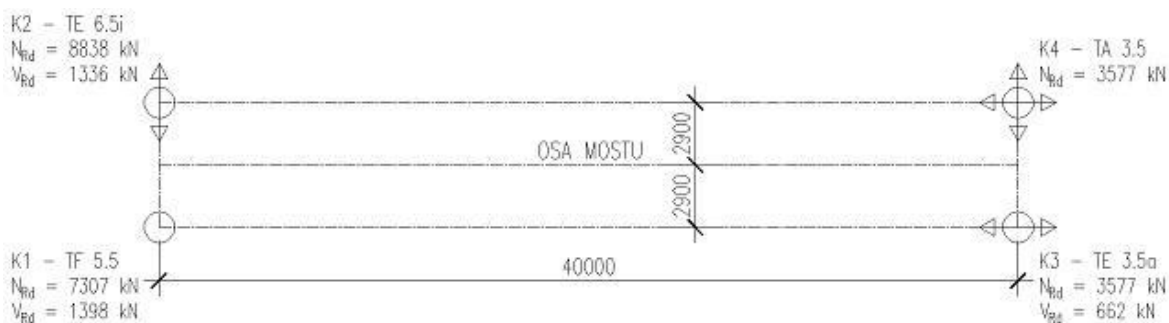
Ekvivalentní rozkmit: $\Delta\sigma_{eq} = \frac{1}{2} \left(\Delta\sigma_{E2} + \sqrt{\Delta\sigma_{E2}^2 + 4\Delta\tau^2} \right) = 29,98 \text{ MPa}$

Posudek: $\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E2} = 1,0.29,98 \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = \frac{56}{1,35} = 41,48 \text{ MPa}$

29,98 MPa < 41,48 MPa VYHOVUJE

35 NÁVRH LOŽISEK

35.1 SCHÉMA



35.2 LOŽISKO K1

Hrncové ložisko pevné

Reakce od zatížení (SCIA):

Podpora	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]
K1/N471	-1207,71	-217,66	1187,53
K1/N471	1251,60	224,02	2677,21
K1/N471	177,68	-299,30	1159,63
K1/N471	-133,80	305,67	2706,11
K1/N471	-1061,77	-295,94	999,91
K1/N471	1004,84	227,48	3279,26

Deformace od zatížení v uzlu N471 (SCIA):

Uzel	u_x [mm]	u_y [mm]	u_z [mm]	φ_x [mm]	φ_y [mm]	φ_z [mm]
N471	0,00	0,00	0,00	-1,40	5,60	0,80
N471	0,00	0,00	0,00	-1,30	5,80	0,30
N471	0,00	0,00	0,00	-1,20	4,40	1,20

Návrh ložiska:

Minimální svislá únosnost: $N_{Ed} = 3,30 \text{ MN}$

Minimální horizontální únosnost: $V_{Ed} = 1,30 \text{ MN}$

Například ložisko Reston TF 5,5 firmy Mageba:

Deklarovaná svislá únosnost: $N_{Rd} = 7,307 \text{ MN}$

Deklarovaná horizontální únosnost: $V_{Rd} = 1,398 \text{ MN}$

35.3 LOŽISKO K2

Hrncové ložisko podélně posuvné

Reakce od zatížení (SCIA):

Podpora	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]
K2/N561	-1236,31	0,00	2514,81
K2/N561	1192,43	0,00	1274,53
K2/N561	0,00	0,00	1447,65
K2/N561	166,98	0,00	999,91
K2/N561	-349,35	0,00	3171,50

Deformace od zatížení v uzlu N471 (SCIA):

Uzel	u_x [mm]	u_y [mm]	u_z [mm]	φ_x [mm]	φ_y [mm]	φ_z [mm]
N561	0,00	-2,80	0,00	1,40	5,50	-0,80
N561	0,00	3,00	0,00	1,30	5,60	-0,40
N561	0,00	0,00	0,00	0,80	2,80	-0,30

Návrh ložiska:

Minimální svislá únosnost: $N_{Ed} = 3,20 \text{ MN}$

Minimální horizontální únosnost: $V_{Ed} = 1,25 \text{ MN}$

Například ložisko Reston TE 6,5i firmy Mageba:

Deklarovaná svislá únosnost: $N_{Rd} = 8,838 \text{ MN}$

Deklarovaná horizontální únosnost: $V_{Rd} = 1,336 \text{ MN}$

35.4 LOŽISKO K3

Hrncové ložisko příčně posuvné

Reakce od zatížení (SCIA):

Podpora	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]
K3/N501	0,00	0,00	1447,65
K3/N501	0,00	-177,47	2283,45
K3/N501	0,00	171,11	1302,65
K3/N501	0,00	-43,18	1000,45
K3/N501	0,00	-8,77	3278,82

Deformace od zatížení v uzlu N471 (SCIA):

Uzel	u_x [mm]	u_y [mm]	u_z [mm]	φ_x [mm]	φ_y [mm]	φ_z [mm]
N501	36,60	0,00	0,00	-1,40	5,60	0,80
N501	0,00	0,00	0,00	-1,30	5,80	0,30
N501	-14,50	0,00	0,00	-1,20	4,40	1,20

Návrh ložiska:

Minimální svislá únosnost: $N_{Ed} = 3,30 \text{ MN}$

Minimální horizontální únosnost: $V_{Ed} = 0,20 \text{ MN}$

Například ložisko Reston TE 3,5a firmy Mageba:

Deklarovaná svislá únosnost: $N_{Rd} = 3,577 \text{ MN}$

Deklarovaná horizontální únosnost: $V_{Rd} = 0,662 \text{ MN}$

35.5 LOŽISKO K4

Hrncové ložisko všesměrně posuvné

Reakce od zatížení (SCIA):

Podpora	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]
K4/N546	0,00	0,00	1447,65
K4/N546	0,00	0,00	1000,45
K4/N546	0,00	0,00	3171,29

Deformace od zatížení v uzlu N471 (SCIA):

Uzel	u_x [mm]	u_y [mm]	u_z [mm]	φ_x [mm]	φ_y [mm]	φ_z [mm]
N546	36,40	-2,70	0,00	1,40	-5,30	0,80
N546	30,20	2,90	0,00	1,30	-5,60	0,10
N546	-14,70	0,00	0,00	1,20	-4,40	1,30

Celková dilatace konstrukce ve směru rovnoběžném s podélnou osou mostu:

$$\Delta u_x = 36,40 + 14,70 = 51,10 \text{ mm}$$

Celková dilatace konstrukce ve směru kolmém k podélné ose mostu:

$$\Delta u_y = 2,80 + 3,00 = 5,80 \text{ mm}$$

Návrh ložiska:

Minimální svislá únosnost: $N_{Ed} = 3,30 \text{ MN}$

Minimální horizontální únosnost: $V_{Ed} = 0,20 \text{ MN}$

Například ložisko Reston TE 3,5a firmy Mageba:

Deklarovaná svislá únosnost: $N_{Rd} = 3,577 \text{ MN}$

Deklarovaná horizontální únosnost: $V_{Rd} = 0,662 \text{ MN}$

KONEC STATICKÉHO VÝPOČTU